Stratigraphie, Fazies und Paläogeographie in Oberdevon und Unterkarbon im Bereich des Balver Riffgebietes (Rheinisches Schiefergebirge)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde eines Doktors
der Naturwissenschaften
des Fachbereiches Geowissenschaften
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

WALTER SCHÄFER
aus Rodenbach/Hanau

Marburg/Lahn 1978

Druck: Mauersberger, Marburg

Stratigraphie, Fazies und Paläogeographie in Oberdevon und Unterkarbon im Bereich des Balver Riffgebietes (Rheinisches Schiefergebirge)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde eines Doktors
der Naturwissenschaften
des Fachbereiches Geowissenschaften
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

WALTER SCHÄFER

aus Rodenbach/Hanau

Marburg/Lahn 1978

Druck: Mauersberger, Marburg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Vom Fachbereich Geowissenschaften der
Philipps-Universität Marburg/Lahn
als Dissertation angenommen am 8.2.1978

Tag der mündlichen Prüfung 13.2.1978

Berichterstatter Prof.Dr.W.Ziegler
Mitberichterstatter Prof.Dr.H.Zankl

Meinen Eltern gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546006_0047

Inhalt

Seite

1. Einleitung....3
2. Stratigraphie....6
2.1. Allgemeines....6
2.2. Oberdevon....7
2.2.1. Adorf-Stufe....7
2.2.1.1. Flinzschichten....7
2.2.1.2. Cephalopodenkalke....8
2.2.1.3. Bänderschiefer und plattige Kalke....9
2.2.2. Nehden-Stufe....10
2.2.2.1. Bänderschiefer (Tonschiefer der Nehden-Stufe)....11
2.2.2.2. Cephalopodenkalke....12
2.2.3. Hemberg-Stufe....13
2.2.3.1. Flaserkalke....14
2.2.3.2. Knollenkalke und Kalkknollenschiefer....14
2.2.4. Dasberg-Stufe....15
2.2.5. Wocklum-Stufe....18
2.2.5.1. Wocklumer Kalke (Cephalopodenkalke der Wocklum-Stufe)...19
2.2.5.2. Hangenberg-Schiefer (Oberdevonischer Anteil der Hangenberg-Schichten....19
2.3. Unterkarbon....23
2.3.1. Gattendorfia-Stufe....23
2.3.1.1. Hangenberg-Kalk (Unterkarbonischer Anteil der Hangenberg-Schichten)....23
2.3.2. Pericyclus-Stufe....24
2.3.2.1. Liegende Alaunschiefer....24
2.3.2.1.1. Tonschiefer....24
2.3.2.1.2. Siltsteine und Kalkturbidite....24
2.3.2.2. Kieselschiefer und Kieselkalke....24
2.3.3. Goniatites-Stufe....26
2.3.3.1. Kieselige Übergangsschichten....26
2.3.3.2. Kulm-Plattenkalk....26
3. Geologische Struktur....28
4. Fazies und Paläogeographie....32
4.1. Faziesverhältnisse....32

Seite

4.2. Die oberdevonisch-unterkarbonische Schichtlücke.....40
4.2.1. Allgemeines.....40
4.2.2. Räumliche und zeitliche Verbreitung der Schichtlücke im Arbeitsgebiet.....44
4.3. Paläogeographie.....47
4.3.1. Paläogeographie des Liegenden der Schichtlücke (Oberdevon)47
4.3.1.1. Paläogeographie westlich des Beil.....47
4.3.1.2. Paläogeographische Sonderstellung des Beil.....50
4.3.1.3. Paläogeographie östlich des Beil.....50
4.3.2. Die Entstehungsursachen der Schichtlücke.....51
4.3.3. Paläogeographie des Hangenden der Schichtlücke (Unterkarbon)55
5. Faziesabhängigkeit einiger oberdevonischer Conodonten.....56
5.1. Allgemeines.....56
5.2. Untersuchungen an Palmatolepis-Arten der marginifera-Zone...63
5.2.1. Rückstandskorrelation.....63
5.2.2. Korrelation mit geochemischen Parametern.....68
6. Methodik.....73
6.1. Geochemie.....73
6.1.1. Bestimmung der Eisen- und Mangan-Gehalte.....73
6.1.2. Karbonatgehalte.....77
6.2. Statistische Methoden.....77
7. Zusammenfassung.....79
8. Literatur.....80
9. Anhang.....86
9.1. Tabellen.....86
9.2. Aufschlußverzeichnis.....93

1. Einleitung

Nachdem schon in einer Diplomarbeit (SCHÄFER 1973) der zentrale nördliche Teil von Mbl.4613 Balve geologisch bearbeitet wurde, ist für die hier vorliegende Dissertation das Arbeitsgebiet (Abb. 1) nach Westen und Osten ausgedehnt worden. Im Westen schließt sich die Diplomkartierung von J.HEINKE an, im Süden die Diplomkartierung von B.TERBERGER. Sobald beide Arbeiten vorliegen, ist das gesamte Oberdevon/Unterkarbon auf Blatt Balve neu kartiert. Das Oberdevon zwischen Wocklum, Langenholthausen und Garbeck ist zum Teil von DORNSIEPEN (1973) kartiert worden.

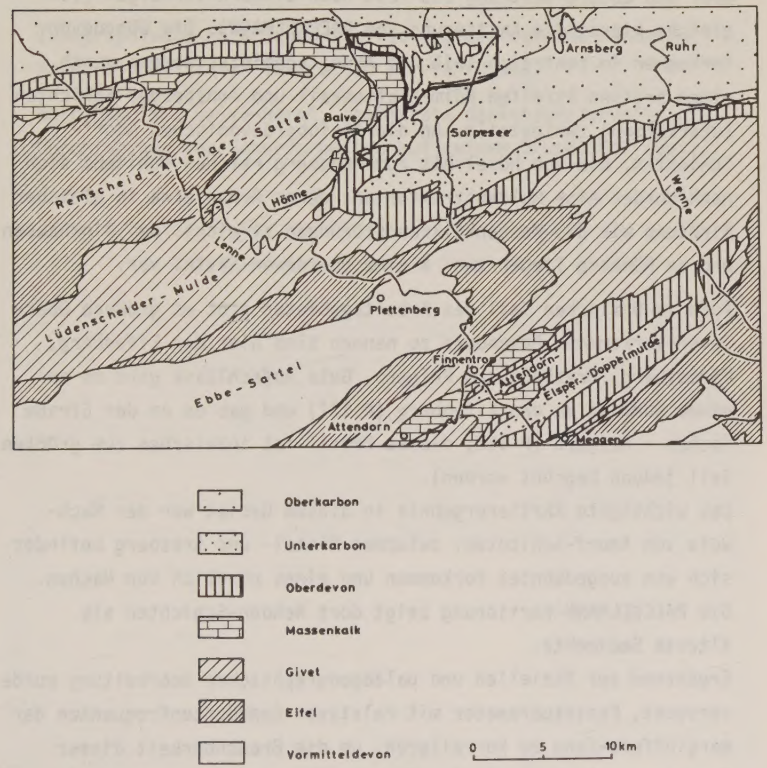


Abb. 1 Geologische Übersicht und Lage des Arbeitsgebietes

Außer der Stratigraphie waren paläogeographische Fragen von besonderem Interesse. Eine lange umstrittene Schichtlücke wurde im Rahmen der Diplomarbeit (SCHÄFER 1973, 1975) anhand genauer Profilaufnahmen nachgewiesen. Die Verfolgung dieser Lücke nach Westen und Osten war auch Aufgabe dieser Arbeit.
Besonders wichtig für die paläogeographische Entwicklung war das Oberdevon. Wichtige Oberdevon-Aufschlüsse im westlichen Teil des Arbeitsgebietes sind die Hönnetal-Profile (EICKHOFF 1973, ZIEGLER 1959, 1962, 1971b) und die Profile am Beil (PAECKELMANN 1924, ZIEGLER 1962). Die Oberdevon-Vorkommen am Klärteich der Rheinisch-Westfälischen Kalkwerke am Asbecktal lassen sich über den Ebberg-Westhang bis fast nach Eisborn verfolgen (vergleiche hierzu die Kartierung von PAECKELMANN). Die Oberdevon-Vorkommen im zentralen Teil des Arbeitsgebietes werden durch einen breiten Streifen Kulm-Plattenkalk und Arnsberger Schichten (Oberkarbon) zweigeteilt. An die tiefoberdevonischen Adorf-Schichten, die von Hövel bis zum Radeberg reichen schließt sich nach Norden eine Muldenstruktur an, deren Achse etwa in gleicher Richtung wie die Massenkalkrandstörungen streicht. Bei Ainkhausen und am Hömberg liegen zwei kleine Oberdevon-Sättel vor.

Auch im östlichen Teil des Arbeitsgebietes gibt es größere Oberdevon-Vorkommen. Besonders zu nennen sind hier der Effenberg, Mittelberg, Grasberg und Reigern. Gute Aufschlüsse gibt es an einem Rundweg um den Effenberg (P 177) und gab es an der Straße Hachen - Reigern (P 162; dieses Profil ist inzwischen zum größten Teil jedoch begrünt worden).
Das wichtigste Kartierergebnis in diesem Gebiet war der Nachweis von Adorf-Schichten: zwischen Mittel- und Grasberg befindet sich ein ausgedehntes Vorkommen und eines nördlich von Hachen. Die PAECKELMANN-Kartierung zeigt dort Nehden-Schichten als älteste Sedimente.
Ergänzend zur faziellen und paläogeographischen Bearbeitung wurde versucht, Faziesparameter mit relativen Conodontenfrequenzen der marginifera-Zone zu korrelieren, um die Brauchbarkeit dieser Organismen als Faziesindikator zu prüfen.

Meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof.Dr.W.Ziegler danke ich für die Themenstellung und Betreuung dieser Dissertation sehr herzlich.

Für Diskussionen und Anregungen danke ich allen Angehörigen des Institutes für Geologie und Paläontologie in Marburg, besonders Herrn Dr.K.Weddige und Herrn Prof.Dr.H.Zankl.

Außerdem danke ich allen Mitarbeitern des Fachbereiches Geowissenschaften in Marburg für die Unterstützung bei der Durchführung meiner Arbeiten.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft förderte die Untersuchungen durch eine Sachbeihilfe.

Topographische Unterlagen stellte das Geologische Landesamt Nordrhein-Westfalen in Krefeld zur Verfügung.

Herr Schulte, Balve-Horst, gestattete dankenswerterweise die Durchführung von Schurfarbeiten auf seinem Grundstück (Beil).

2. Stratigraphie

2.1. Allgemeines

Zur Übersicht ist die stratigraphisch-fazielle Abfolge der untersuchten Schichtfolge in Abb. 2 dargestellt.
Die in dieser Übersicht verwendeten stratigraphischen Einheiten entsprechen nicht immer den Kartiereinheiten.

Der fast im gesamten Arbeitsgebiet in Knollenkalkfazies ausgebildete höchste Teil der Nehden-Schichten (nach Conodonten Untere marginifera-Zone) wurde mit den Schichten der Hemberg-Stufe zu einer Kartiereinheit zusammengefaßt. Bei durchgehend oder teilweiser karbonatischer Ausbildung der älteren Nehden-Schichten wurde die Grenze der Kartiereinheit ebenfalls unter der Unteren marginifera-Zone gezogen.
Die Platyclymenia annulata-Zone (doIV) wurde nicht gesondert auskartiert.
Die Ablagerungen der Dasberg-Stufe und die Wocklum-Kalke sind auf der geologischen Karte zusammen dargestellt.
Trotz der geringen Mächtigkeit der Hangenberg-Kalke sind diese wegen ihrer stratigraphischen Bedeutung gesondert auskartiert worden.
Liegende Alaunschiefer liegen nur an wenigen Stellen des Arbeitsgebietes vor und wurden zusammen mit Kieselschiefern und Kieselkalken kartiert.
Die geringmächtigen Kieseligen Übergangsschichten wurden mit den Kulm-Plattenkalken gemeinsam dargestellt.
Die Verteilung der einzelnen Fazieseinheiten ist in Abschnitt 4.1. beschrieben. Dazu sei auch auf Abb. 7 verwiesen.

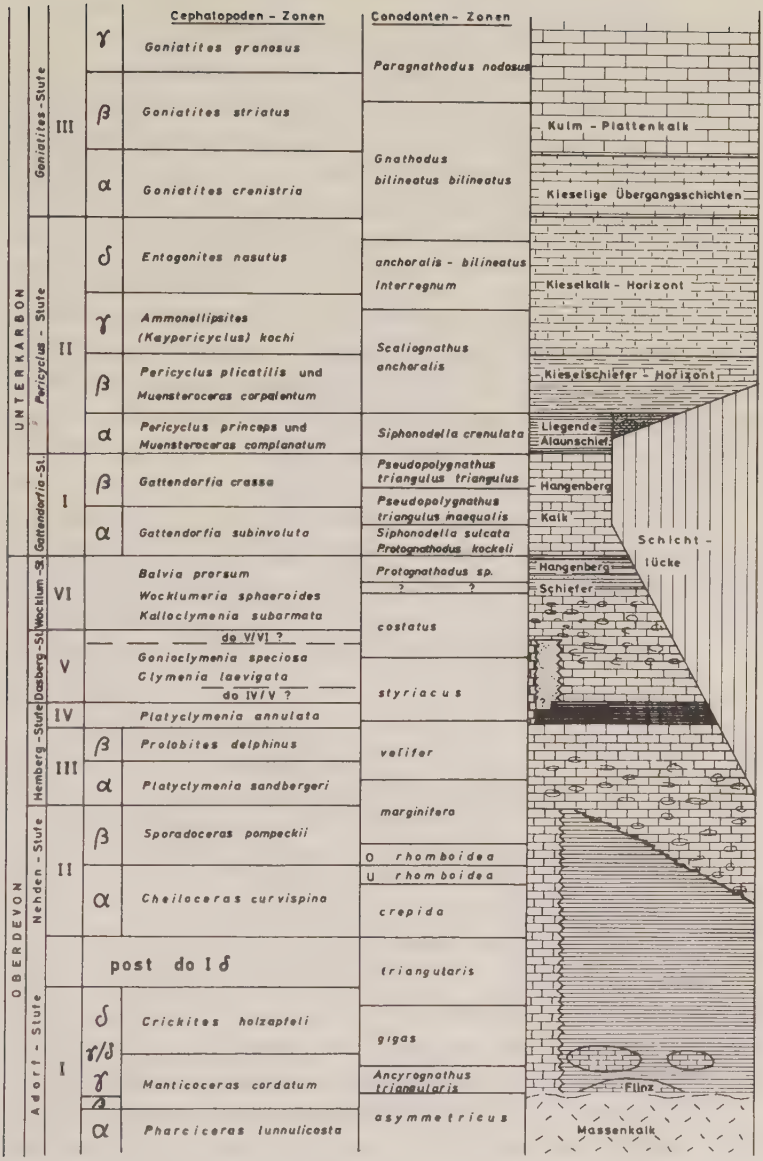


Abb.2 Stratigraphisch-fazielle Übersicht

2.2. Oberdevon

2.2.1. Adorf-Stufe

(in diesem Abschnitt wird nur das Hangende des Massenkalkes beschrieben)

Verbreitung im Arbeitsgebiet: Am Massenkalkrand aufgeschlossen im Hönnetal-Straßenprofil (ZIEGLER 1959); am Beil (siehe auch PAECKELMANN 1924) zum Teil durch neue Aufschlüsse (P 210); bei Eisborn (P 164, 221); größere Verbreitung am Radeberg (P 81, 82) und im Osten des Arbeitsgebietes zwischen Mittelberg und Grasberg und zwischen Hachen und Reigern.

Aufschlußverhältnisse: Die Aufschlußverhältnisse in den Adorf-Schichten sind relativ gut, besonders die karbonatische Ausbildung im Westteil ist gut aufgeschlossen. Zum Teil beruht dies auf einem neuen Schurfgraben, der am Beil angelegt wurde. Die Aufschlüsse in den Bänderschiefern (Radeberg und Ostteil) sind wesentlich schlechter, daher ist eine weitere Untergliederung der Adorf-Schichten dort sehr schwierig. Etwas besser sind die Verhältnisse bei den eingelagerten dünnplattigen Kalken (siehe unten). Im Ostteil sind die Aufschlüsse etwas besser als am Radeberg, wohl weil die Schiefer dort härter sind.
Die faziellen Verhältnisse in der Adorf-Stufe sind in Abb. 7 dargestellt.

2.2.1.1. Flinzschichten

entspricht: Flinz DENCKMANN 1901a: IV

Oberdevonischer Flinz auf dem Crinoidenkalke des Massenkalkes DENCKMANN 1903: 399

Aelteres, schieferiges Oberdevon des oberen Hönnetales DENCKMANN 1905: 573

Unteres Oberdevon (partim) PAECKELMANN 1924: 55

Flinzschiefer und Flinzkalke des Unteren Oberdevons PAECKELMANN 1938

Flinzschichten spielen im bearbeiteten Gebiet nur eine sehr untergeordnete Rolle. Es treten lokal Flinzkalke und Flinzschiefer auf. Mit Flinz werden im Sauerland dunkle Schiefer und detritische Kalke bezeichnet, die als Riffdetritus gedeutet werden können. Das genaue Alter dieser Kalke war nicht zu ermitteln, da Ober-

und Untergrenze des einzigen Aufschlusses nicht bekannt sind und einige Conodonten aus einer Flinzkalkprobe nicht bestimmbar waren. Die Flinzkalke folgen dort über Massenkalken und werden von Flinzschiefern überlagert. Die vermutete stratigraphische Stellung (Ancyrognathus triangularis-Zone nach Conodonten) ist in Abb.2 dargestellt. In diesem Aufschluß (P 113, r23745 h93090) stehen graue,rekristallisierte, gradierte Kalke an (siehe hierzu auch DENCKMANN 1901a).

Die überlagernden Flinzschiefer (dunkle, grauschwarze, milde Tonschiefer) sind nur geringmächtig. Nach PAECKELMANN und auch nach der vorliegenden neuen Kartierung von B.TERBERGER haben die Flinzschichten am Südflügel des Remscheid-Altenaer-Sattels eine wesentlich höhere Mächtigkeit (PAECKELMANN 1924: 100m; PAECKELMANN 1938: bis 70m).

2.2.1.2. Cephalopodenkalke

entspricht: Adorfer Kalk (partim) DENCKMANN 1901a: IX

Adorfer Kalk, Dichte Knollenkalke südöstlich des Beul, Knollenkalke im nördlichen Theile des Dorfes Eisborn DENCKMANN 1905: 579-581

Unteres Oberdevon (Adorfer Schichten)(Cephalopodenkalke des Unteren Oberdevon) PAECKELMANN 1924: 57,58

Adorfer Kalk (partim) PAECKELMANN 1938

Im westlichen Teil des Arbeitsgebietes sind die Sedimente der Adorf-Stufe in Cephalopodenkalkfazies ausgebildet. Es handelt sich um meist dm-bankige, zum Teil sehr fossilreiche graue und rote Kalke. Im Hönnetal-Straßenprofil ist das do I (nach Manuskript-Profilaufnahme durch ZIEGLER, im folgenden zitiert als ZIEGLER 1959) nur teilweise kalkig ausgebildet, besonders der untere Teil enthält bankig-knollige und bankig-plattige Kalkschichten. Im oberen Teil folgen dort schwarze und graue Schiefer, zum Teil mit eingelagerten Kalkknollen (Kellwasserkalke sind in dieser Profilaufnahme nicht verzeichnet, können jedoch durch Schwarzschiefer angedeutet sein).

Die Mächtigkeit der Adorf-Schichten (nur Anteil über dem Massenkalk) beträgt im Profil Hönnetal-Straße etwa 32m. Nach Kombination der Mächtigkeitswerte aus PAECKELMANN 1924 und der Profilaufnahme des neuen Schurfes am Beil ergibt sich dort eine Mächtigkeit von

etwas über 20m für die Schichten der Adorf-Stufe (nur Anteil über dem Massenkalk). Die tiefste zur Zeit erreichbare Probe der Adorf-Schichten steht dort im Bereich Polygnathus asymmetricus - Ancyrognathus triangularis-Zone (nach Conodonten).
Die Cephalopodenkalke der Adorf-Stufe reichen in einem schmalen Streifen noch bis nach Eisborn (siehe hierzu auch die Bemerkungen in DENCKMANN 1905). Im Hangenden werden diese Kalke dort durch eine Störung gegen Kulm-Kieselschiefer begrenzt.

2.2.1.3. Bänderschiefer und plattige Kalke

entspricht: Büdesheimer Schiefer und Adorfer Kalk (partim) DENCKMANN 1901a: VI ff.

Unteres Oberdevon (Adorfer Schichten)(Bänderschiefer) PAECKELMANN 1924: 55

Bänderschiefer des Unteren Oberdevons und Adorfer Kalk (partim) PAECKELMANN 1938

Die Bänderschiefer lassen sich nicht weiter untergliedern, da die Aufschlußverhältnisse dazu kaum ausreichend sind und die Schichten durch die gesamte Adorf-Stufe eintönig ausgebildet sind.

Im Gebiet zwischen Hövel und dem Radeberg ist die Adorf-Stufe durch Bänderschiefer vertreten. Es sind graue, schwarze und hellbraune, meist plattige Schiefer, die einen schwachen Karbonatgehalt aufweisen. Dünne Kalklagen, zu denen das Karbonat stellenweise angereichert ist, haben leider keine Conodontenfauna geliefert. Schichtflächen sind partiell von Tentakuliten und Styliolinen bedeckt. Die Aufschlüsse in der Umgebung des Radeberges können zumeist in die Obere Adorf-Stufe eingestuft werden, da nur noch Tentakuliten vorkommen (Styliolinen sterben mit Ende der Mittleren Adorf-Stufe aus, Tentakuliten reichen noch bis zur Obergrenze der Adorf-Stufe).
Allerdings gehören zwei Vorkommen dünnplattiger Kalke nach der Conodontenfauna in den oberen Teil der Mittleren Adorf-Stufe. Diese Kalke sind Zeitäquivalente des Unteren Kellwasserkalkes (nach Conodonten: Untere gigas-Zone); sie wittern hell an und sind in frischem Zustand blaugrau bis grau. Im Schliff sind zahlreiche Fossilbruchstücke und zum Teil auch vollständig zweiklappig erhaltene Zweischaler zu erkennen (eingeregelte Brachiopoden, Taf.1, Fig.A). Von den Kellwasserkalken unterscheiden sie sich durch die

Farbe und weisen außerdem keine bituminöse Substanz auf. Es liegen in diesem Gebiet auch Kellwasserkalke vor, die jedoch nicht aufgeschlossen sind, sondern von BUGGISCH (1972) als Lesesteine des Oberen Kellwasserkalkhorizontes zwischen Kalken und Schiefern beschrieben werden (BUGGISCH 1972: 60, Fundpunkt Hv).

Im Osten des Arbeitsgebietes liegen ebenfalls wieder Schiefer und stellenweise Kalke vor. Die Bänderschiefer sind dort meist etwas dickerbankig ausgebildet und außerdem etwas stärker siltig als im Westen. Mehrere dm-mächtige Kalkbänke in Schiefern stehen an einem Weg westlich der Sauerlandklinik an (P 231). Nach Conodonten gehören diese Kalke in die Palmatolepis triangularis-Zone. Diese Kalke sind in angewittertem Zustand braun bis braungrau und spalten schalig ab (wulstige Bänke). Eine deutliche braun/graue Bänderung ist nur in diesem verwitterten Zustand zu erkennen. Frisch sind die Kalke homogen blaugrau. Die Grenzen Kalk/Schiefer sind meist sehr undeutlich. Die kalkigen Bänke gehen bis in den dm-Bereich und sind somit wesentlich mächtiger als die in Schiefer eingelagerten Kalke am Radeberg.
Diese Adorfer Bänderschiefer und Kalke stellen in diesem Gebiet in zwei Vorkommen die ältesten aufgeschlossenen Ablagerungen dar (verbreitet zwischen Mittelberg und Grasberg und zwischen Hachen und Reigern). Adorf-Schichten konnten bisher soweit im Osten auf Mbl. Balve noch nicht nachgewiesen werden. Das Liegende ist leider nicht aufgeschlossen. Kernbohrungen, die zwischen Hachen und Reigern abgeteuft wurden reichen nicht in diese Teufe.

2.2.2. Nehden-Stufe

Verbreitung im Arbeitsgebiet: Hönnetal-Straßenprofil (ZIEGLER 1959); am Beil (neuer Schurfgraben, siehe auch Beschreibung in PAECKELMANN 1924); ausgedehntes Vorkommen vom Dasberg nach Norden; bei Wettmarsen; Ainkhausen; Hömberg; ausgedehntes Vorkommen im östlichen Teil des Arbeitsgebietes.

Aufschlußverhältnisse: Die Aufschlußverhältnisse sind ziemlich gut. Die Cephalopodenkalke sind meist in Straßen- und Weganschnitten oder Klippen im Wald aufgeschlossen. Ein durchgehendes Profil in Cephalopodenkalkfazies ist am Beil im Asbecktal aufgeschürft worden.

Die Bänderschiefer sind nur stellenweise gut aufgeschlossen, lassen sich aber nach Lesesteinen anhand der Ostracoden gut auskartieren.

2.2.2.1. Bänderschiefer (Tonschiefer der Nehden-Stufe)

entspricht: Nehdener Schichten (Schieferfazies)
PAECKELMANN 1924: 61

Bänderschiefer der Nehdener Schichten
PAECKELMANN 1938

Die Schiefer gehen ohne deutlichen petrographischen Übergang aus den Adorfer Bänderschiefern hervor. Die Abgrenzung läßt sich nach Ostracoden durchführen, am deutlichsten mit dem ersten Auftreten von Entomozoe (Richteria) serratostriata (G.SANDBERGER) (siehe auch RABIEN 1956); die sigmoidale-Zone im Grenzbereich Adorf-/Nehden-Stufe (RAITH 1968) konnte, wohl aufgrund der begrenzten Aufschlüsse nicht nachgewiesen werden. Etwas westlich des Arbeitsgebietes an der Seiler bei Iserlohn wurde zwar Ungerella sigmoidale (MÜLLER-STEFFEN) gefunden, eine Ausscheidung der Grenzzone war jedoch auch dort nicht möglich (KOCH in KOCH, LEUTERITZ & ZIEGLER 1970). Nach Conodonten entspricht die Grenze Adorf-/Nehden-Stufe der Untergrenze der crepida-Zone (ZIEGLER 1962, 1971a). Auf das Problem der Grenzziehung in diesem stratigraphischen Bereich hat ZIEGLER in HOUSE & ZIEGLER 1977: 71 hingewiesen. Die Schichten der Manticoceras-Stufe an der Typlokalität (Martenberg bei Adorf) reichen nach Conodonten bis in die Mittlere crepida-Zone.

Die in dieser Bearbeitung gewählte Grenze der Kartiereinheit wurde aus Zweckmäßigkeitsgründen nicht mit der Obergernze der Cheiloceras-Stufe zusammengelegt, sondern nach Conodonten mit der Untergrenze der Unteren marginifera-Zone, da im Arbeitsgebiet zu diesem Zeitpunkt verbreitet ein Fazieswechsel von der Schiefer- zur Cephalopoden-(Knollen-)kalk-Fazies eintritt.
An mehreren Stellen des Arbeitsgebietes ist allerdings auch der mittlere und obere (nach Conodonten Obere crepida- und rhomboidea-Zone) Teil der Nehden-Stufe durch Ablagerungen in Cephalopodenkalk-Fazies vertreten (zum Beispiel Nähe Dasberg, Ainkhausen, Straße Hachen - Reigern), stellenweise auch die gesamte Nehden-Stufe (Beil). Dort wurde die Kartierung konsequent an die Kartiergrenzen der Nehden-Tonschieferfazies angeglichen und unterhalb der Un-

teren marginifera-Zone (immer nach Conodonten) die Grenzziehung vorgenommen.
Die Tonschiefer der Nehden-Stufe sind olivgrün bis bräunlich, es treten auch intensiv grüne Färbungen auf.
In den kalkarmen und kalkfreien Partien sind die Schiefer dünnschichtig und milde, es treten aber auch sehr feste Tonsteine mit siltigen Lagen auf (zum Beispiel östlich Effenberg, Hömberg), die stellenweise Bänke bis in den dm-Bereich bilden. Grün/schwarz gebänderte Tonsteine treten an zwei Stellen direkt im Liegenden der Grenze Tonschiefer/Knollenkalk auf (P41/1 und P 266/4) und scheinen auch auf diesen stratigraphischen Bereich begrenzt zu sein.
Auch im höheren Teil der Nehden-Stufe sind die Tonschiefer denen der Adorf-Stufe sehr ähnlich. Die Unterscheidung läßt sich aber anhand von Ostracoden sehr leicht treffen. Die Ostracodenfauna zeichnet sich durch extremen Individuenreichtum und Artenarmut aus. Zum Teil sind ganze Schichtflächen völlig von Ostracoden einer Art bedeckt. Häufigste Art ist Entomozoe serratostriata.

Die Tonschieferfazies endet fast im gesamten Arbeitsgebiet spätestens an der Untergrenze der marginifera-Zone. Im Hönnetal-Straßenprofil werden bis an die Grenze Nehden-/Hemberg-Stufe Tonschiefer abgelagert, dann folgen Kramenzelkalke (ZIEGLER 1959).

2.2.2.2. Cephalopodenkalke

entspricht: Enkeberger Kalk (partim) DENCKMANN 1901a: XII

Nehdener Schichten, Cephalopodenkalkfacies PAECKELMANN 1924: 61 ff. (PAECKELMANN vertritt in dieser Arbeit die Ansicht, Cephalopodenkalke der Nehden-Stufe würden nur am Beil auftreten; seine Beschreibung bezieht sich auf diesen Fundpunkt)

Cheiloceras-Kalk PAECKELMANN 1938

Neben der Tonschieferfazies treten an einigen Stellen auch Cephalopodenkalke unterschiedlicher Ausbildung auf, die von denen der darüber folgenden Hemberg-Schichten nicht zu unterscheiden sind. Besonders zu nennen sind hier die Aufschlüsse am Beil, in der Nähe des Dasberg, bei Ainkhausen und an der Straße

Hachen - Reigern.

Am Dasberg liegen graue und rötliche Cephalopodenkalke (Typ Flaserkalke ⁎) vor. Im Schliff kann man schlierig-lagige Anreicherungen der tonigen Substanz erkennen. Schalenbruchstücke sind selten. Zu diesem Typ gehören auch die Nehden-Kalke bei Ainkhausen (P 5, siehe Taf.1, Fig.B).

Die Nehden-Cephalopodenkalke am Beil, deren Mächtigkeit 14 - 15m beträgt, sind wesentlich fossilreicher und packenweise durch hohe Eisenanteile rot gefärbt. Im unteren Teil treten dort auch grau/grünliche Kalkknollenschiefer auf.

Im Gebiet von Hachen - Reigern haben die stellenweise grün/grau gefleckten Cephalopodenkalke der Nehden-Stufe eine Mächtigkeit von ungefähr 20m.

Der oberste Teil der Nehden-Schichten ist einheitlich im gesamten Arbeitsgebiet, auch am Beil in Knollenkalkfazies ausgebildet. Diese Kalke werden im folgenden Abschnitt beschrieben.

2.2.3. Hemberg-Stufe

(hier werden auch die Knollenkalke und Kalkknollenschiefer der Unteren marginifera-Zone beschrieben)

entspricht: Enkeberger Kalk (partim) und Zone der Clymenia annulata DENCKMANN 1901a: XII-XIII

Hemberg-Schichten PAECKELMANN 1924: 67

Hemberg-Schichten PAECKELMANN 1938

Verbreitung im Arbeitsgebiet: Hönnetal; Beil; Klärteich-Ostseite

⁎ Die in den folgenden Abschnitten benutzten Termini definiert WEBER (1965: 57) in Anlehnung an BORN (1925) und GRÜNDEL & RÖSLER (1963) folgendermaßen:

Kalkknollenschiefer:	Karbonat 50%, Knollenform i.A. regelmäßig, Umrisse ± glatt, Knollen lagenweise oder verstreut im Tonstein.
Knollenkalk:	Karbonat um 50%, Knollenform oft unregelmäßig, überwiegend lagenweise, in stärkeren Bänken dicht gepackt, selten in Tonstein verstreut.
Flaserkalk:	Karbonat überwiegt, dünne Tonbestege trennen die teils regelmäßig, teils unregelmäßig geformten Kalkknollen.

2.2.3.1. Flaserkalke

Die in Flaserkalk-Ausbildung vorliegenden Cephalopodenkalke beschreibt TUCKER (1973, 1974) als einheitliche Mikrobiosparite mit häufig auftretenden Drucklösungserscheinungen (Stylolithen und Flasern).
Die in den Gesteinen mit unterschiedlicher Häufigkeit auftretenden Flasern (mit tonig/siltigem Material angereicherte, alle früheren Strukturen durchziehende Bänder) sind nach TUCKER (1973: 339, 1974: 89) durch Drucklösung nach der Bildung von Stylolithen entstanden.
Fossilien sind an Stylolithen und Flasern abgeschnitten, sowohl vollständig erhaltene Schalen, als auch Bruchstücke (siehe auch Taf. 1 , Fig.B).

Meist sind die Flaserkalke dm-bankig, durch dünne Schieferlagen getrennt und weisen an Bankober- und -unterseite angereicherte tonige Substanz auf.
Die Farbe dieser Kalke variiert, ist zum Teil einheitlich grau oder braun, zum Teil grünlich gefleckt.

2.2.3.2. Knollenkalke und Kalkknollenschiefer

Derartige Kalktypen sind aus unterschiedlichen stratigraphischen Niveaus beschrieben worden. TUCKER hat die im Rhenoherzynikum auftretenden Cephalopodenkalke auf ihre sedimentologischen Merkmale untersucht (TUCKER 1973, 1974). Die reineren Karbonate wurden auf Tiefschwellenbereichen gebildet, während Knollenkalke und Kalkknollenschiefer bei zunehmendem klastischen Einfluß am Übergangsbereich Schwelle - Becken gebildet wurden (siehe auch TUCKER 1973: Abb.2).
Der Bildungsmechanismus von Kalkknollengesteinen ist in der Literatur ausführlich diskutiert worden. In neueren Studien (JENKYNS 1974, KUKAL 1975) wird die frühdiagenetische Entstehung der Knollen durch Differenzierung aus homogen abgelagertem Sediment vermutet. Zur Diskussion der Knollenentstehung sei verwiesen auf HOLLMANN 1962, 1964, GRÜNDEL & RÖSLER 1963, HALLAM 1964, WEBER 1965, GREILING 1967, BJØRLYKKE 1973.

Im Arbeitsgebiet treten Knollenkalke und Kalkknollenschiefer häufig auf.
Diese beiden Kalktypen unterscheiden sich voneinander durch Anordnung und Menge der Knollen und dadurch, daß in typischen Knollenkalken die Karbonatpartien zusammenhängende Lagen bilden, während in Kalkknollenschiefern die einzelnen Kalkknollen oft, aber nicht immer, voneinander getrennt sind.
Knollenkalke weisen mehr Biogene auf als die Kalkknollenschiefer; Stylolithen sind häufig. In den Kalkknollenschiefern, die wegen der Verwitterungsform auch Kramenzelkalk genannt werden, sind fast keine Biogene erkennbar, die Begrenzung Kalkknolle/tonige Substanz ist sehr scharf, Stylolithen sind nicht so häufig zu erkennen und die laminierte tonige Substanz zeichnet die Knollenform nach.
Zwischen beiden Kalktypen gibt es Übergangsformen.
Wie schon zuvor erwähnt, ist die Verteilung der unterschiedlichen Kalktypen nicht abhängig von der stratigraphischen Stellung, allerdings scheint allgemein der Karbonatgehalt zum Hangenden hin etwas zuzunehmen.
Der Übergang von den Nehden-Tonschiefern zu den Knollenkalken erfolgt zum Teil sehr abrupt, zum Beispiel durch plötzlichen Übergang von grünen Tonsteinen zu roten Kalkknollenschiefern (P 17, 41/1) oder die Schieferfazies reicht noch bis in die Untere marginifera-Zone und geht dann durch Einlagerung von Kalkknollenlagen zu den Kalkknollenschiefern über (P 73).
Diese Kalkknollenschiefer weisen manchmal sehr abrupte Farbwechsel auf. Diese Farbwechsel (rot/grün) sind auf unterschiedliche Oxidationsstufen des Eisens zurückzuführen und erfolgen meist an scharf begrenzten Flächen. Diese Veränderung betrifft die tonige Substanz und beeinflußt nicht die Kalkknollen.

2.2.4. Dasberg-Stufe

entspricht: Oberer Clymenienkalk DENCKMANN 1901b: 45

Dasberger Kalk DENCKMANN 1901a: XIV

Kalke und Sandsteine im Oberdevon der Gegend von Albringen (partim), Dichte Knollenkalke nordwestlich von Wettmarsen (partim) DENCKMANN 1905: 581

Dasberg-Schichten (partim) H.SCHMIDT 1924: 111
(H.SCHMIDT bezeichnet als Dasberg-Schichten den Profilabschnitt, der nach unten durch die Platyclymenia annulata-Zone begrenzt wird und nach oben bis an die Devon/Karbon-Grenze reicht. Die Wocklumer Schichten bezeichnet er als die "tonreichere Facies des Dasberger Kalkes")

Dasberger-Schichten (partim) PAECKELMANN 1924: 79

Dasbergschichten PAECKELMANN 1938

Verbreitung im Arbeitsgebiet: Hönnetal (Bahn- und Straßenprofil); Beil; Klärteich-Ostseite bis Ebberg; SE' Hangenberg; Dasberg bei Hövel (Typlokalität) bis Wettmarsen; Ballberg und Straße südwestlich Hövel; Effenberg; Reigern bis nordöstlich Hachen.

Die Verbreitung der Schichten der Dasberg-Stufe ist lokal begrenzt (siehe auch Kap. 4.2.), da diese Schichten nicht überall abgelagert wurden.

Aufschlußverhältnisse: Zum Teil sehr gute Aufschlüsse, durchgehende Profile im Hönnetal und an der Typlokalität.

Im Westen des Arbeitsgebietes bestehen die Dasberg-Schichten aus Schiefern mit eingelagerten Kalkbänkchen (siehe EICKHOFF 1973: 418, 419) und sind dort etwa 11 - 12m mächtig (man beachte die Problematik der Grenzziehung Dasberg/Wocklum). Nach der von EICKHOFF gegebenen Definition seiner Grenzziehung ("unmittelbar über Probe 9") stimmt seine Grenze nicht absolut mit der von SCHINDEWOLF 1937 gegebenen Definition überein. EICKHOFF's Probe 9 liegt geringfügig unterhalb Bank 23 von SCHINDEWOLF.
Nach den Angaben der Profilaufnahme des Hönnetal-Straßenprofiles (ZIEGLER 1959) und der biostratigraphischen Auswertung des Profils (ZIEGLER 1962: Abb.16) ist die Fazies dort bedeutend karbonatreicher ausgebildet. ZIEGLER zieht die Grenze Hemberg/Dasberg (bzw. Platyclymenia/Clymenia-Stufe) über seiner Probe 1133 in der Unteren styriacus-Zone. Der untere Teil der Dasberg-Schichten besteht hier wie im Hönnetal-Bahneinschnitt aus Schiefern mit untergeordneten Kalkbänkchen. Darüber sind Kalke bedeutend häufiger als im Hönnetal-Bahneinschnitt. Besonders ab dem mittleren Teil der Mittleren styriacus-Zone bis zum mittleren Teil der Unteren costatus-

Zone liegen Cephalopodenkalke mit zwischengeschalteten Schiefern vor. Die Grenze Clymenia/Wocklumeria-Stufe zieht ZIEGLER unter seiner Bank 18.
An der Dasberg-Typlokalität liegen ebenfalls dünnbankige, knollige Cephalopodenkalke und zwischengeschaltete Schiefer in einer Gesamtmächtigkeit von etwa 8m vor. Häufig treten auch dünne Kalkknollenlagen in Tonschiefern auf, ohne daß es allerdings zu erwähnenswerten Tonschieferpaketen ohne Kalke kommt.

Im Liegenden der Dasberg-Schichten befindet sich dort ein 32 - 34cm mächtiger schwarzer Tonschieferhorizont, in den zwei Kalkknollenlagen eingelagert sind. Die untere dieser Lagen gehört nach Conodonten in die velifer-Zone, die obere enthält das erste Exemplar von Polygnathus styriacus in diesem Profil.
Leider ist an der Dasberg-Typlokalität die Obergrenze der Dasberg-Schichten nicht aufgeschlossen und konnte auch in einem Schurfgraben nicht aufgeschlossen werden, aber das durchgehende Profil reicht bis hoch in die Untere costatus-Zone und die Grenze zur Mittleren costatus-Zone muß sehr dicht darüber folgen.
Im Rahmen eines Forschungsprojektes (Oberdevon-Stufen, ZIEGLER, SCHÄFER) sind Überlegungen im Gange, die Grenze Dasberg/Wocklum neu zu definieren und nach Conodonten mit der Grenze Untere/Mittlere costatus-Zone zusammenzulegen, wenn auch dies nicht mit der Definition von SCHINDEWOLF im Hönnetal-Bahneinschnitt genau überein stimmt (SCHINDEWOLF 1937:12ff, die Grenzziehung erfolgt mit dem ersten Auftreten von Kalloclymenia). Nach H.SCHMIDT (1958: 340) ist es unklar, wieviel für die Dasberg-Schichten übrigbleibt, da es sich bei Kalloclymenia um seltene Einzelfunde handelt. DENCKMANN, auf den die Originalbeschreibung der Dasberg-Schichten zurückgeht, hat keine genaue stratigraphische Definition gegeben.

Bei den drei zuvor erwähnten Profilen kommen innerhalb der Dasberg-Schichten keinerlei sandige Einlagerungen vor. An einer Stelle des Arbeitsgebietes (P 11, r23797 h95710) südöstlich des Hangenberg treten innerhalb des oberen Teiles der Dasberg-Schichten braune/graubraune, feinkörnige, tonige Sandsteine mit detritischem Karbonatmaterial (Schalenbruchstücke im Größenbereich von 0,2mm) auf. Die Mächtigkeit dieser Sandsteine kann nicht angegeben werden, da

nur die Obergrenze mit dem sehr abrupten Kontakt (innerhalb einer Bank) zu sehr fossilreichen Kalken im Grenzbereich Dasberg-/ Wocklum-Stufe aufgeschlossen ist. PAECKELMANN (1938) erwähnt, daß die Mächtigkeit der Dasberg-Schichten bei Albringen durch Einlagerungen von Kalksandsteinen bis auf 20m ansteigt.
Die Karbonatfazies der Dasberg-Stufe ist meist sehr fossilreich, wenn auch nicht so viele Biogene die Karbonate aufbauen wie in den darüber folgenden Wocklumer Kalken. Die stratigraphische Einstufung erfolgte nach Conodonten.

2.2.5. Wocklum-Stufe

Verbreitung im Arbeitsgebiet und Aufschlußverhältnisse: Die wichtigsten durchgehenden Profile dieser Schichten sind der

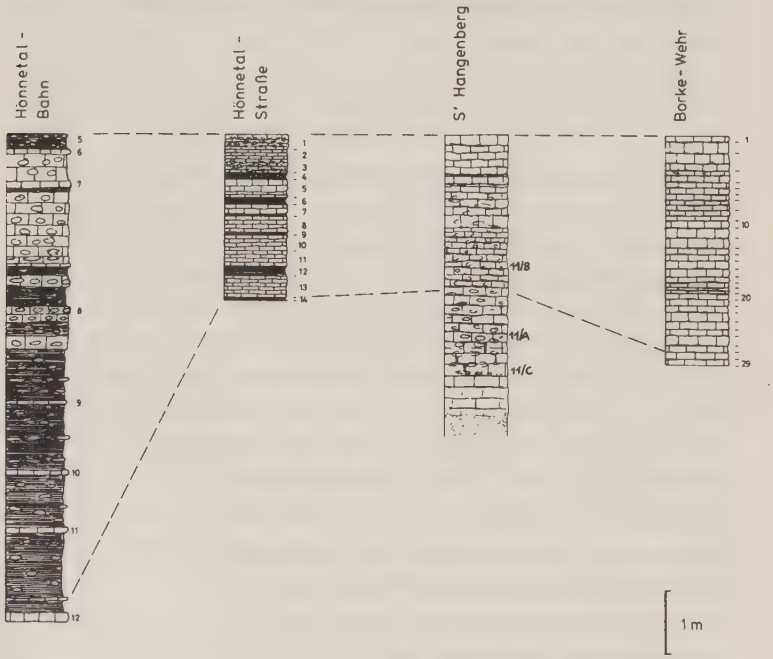


Abb.3 Mächtigkeiten der Wocklumer Kalke und deren Äquivalente. Profil Hönnetal-Bahn nach EICKHOFF (1973). Profil Hönnetal-Straße nach ZIEGLER (1959). Borke-Wehr, Hangenberg eigene Aufnahmen.

Hönnetal-Bahneinschnitt und das Hönnetal-Straßenprofil. Daneben gibt es noch gute, wenn auch nicht durchgehende Aufschlüsse am Hangenberg (der schiefrig-sandige Anteil der oberen Wocklum-Stufe ("Hangenberg-Schiefer") war in einem Schurfgraben an der Typlokalität durchgehend aufgeschlossen), am Dasberg mit der aufgeschlossenen diskordanten Grenze zum Unterkarbon, Effenberg, an dem es keine guten Aufschlüsse mehr durch fortschreitenden Abbau und begrenztes Vorkommen gibt und bei Reigern, auch hier mit Schichtlücke zum Unterkarbon.

2.2.5.1. Wocklumer Kalke (Cephalopodenkalke der Wocklum-Stufe)

entspricht: Wocklumer Kalk DENCKMANN 1901a: XVII

Dasberg-Schichten (partim) H.SCHMIDT 1924: 111

Dasberg-Schichten (partim, Wocklumeria-Zone) PAECKELMANN 1924: 84 f.

Wocklumer Schichten (partim) PAECKELMANN 1938

Die Wocklumer Kalke sind sowohl am Hönnetal-Bahn- als auch am Straßenprofil gleich gut ausgebildet: zartviolette, zum Teil auch hellgraue, fossilreiche Kalke, zum Teil stark knollig. Einzelbänke erreichen im Hönnetal-Bahneinschnitt Mächtigkeiten bis 20cm (EICKHOFF 1973: 418, 419). Getrennt werden diese Kalkbänke durch Tonschiefereinlagerungen. Auch am Hangenberg tritt dieser Kalktyp auf, der extrem viele Schalenbruchstücke enthält.
Am Dasberg liegen ebenfalls derartige Kalke in der Mittleren costatus-Zone vor, deren Biogenanteil zum Teil größer als 20% ist; Stylolithen sind deutlich erkennbar, Fossilien sind an diesen Flächen abgeschnitten. Die Mächtigkeiten der Wocklumer Kalke sind aus Abb. 3 zu entnehmen.

2.2.5.2. Hangenberg-Schiefer (Oberdevonischer Anteil der Hangenbergschichten)

entspricht: Hangenbergschichten (Hangenbergschiefer) H.SCHMIDT 1923

Hangenberg-Schichten (Hangenbergschiefer) H.SCHMIDT 1924: 99

Hangenberg-Schiefer SCHINDEWOLF 1926: 112, Taf.III

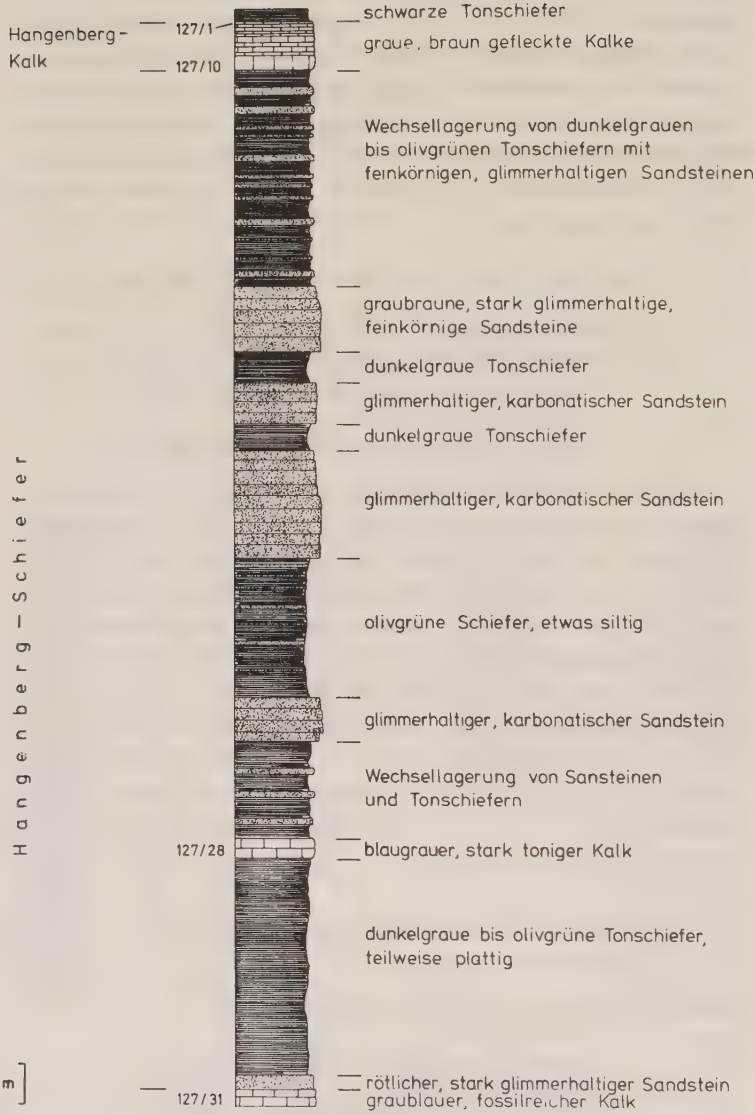


Abb.4 Hangenberg-Schichten südlich des Hangenberg.
Hangenberg-Schurf (P 127)

Hangenberg-Schichten (Hangenberg-Schiefer)
PAECKELMANN 1924: 86

Wocklumer Schichten (partim) PAECKELMANN 1938

Die Hangenbergschichten an der Grenze Devon/Karbon sind erstmals von H.SCHMIDT (1924) so benannt worden. Allerdings wird dieser Begriff in einer später geschriebenen, aber bereits 1923 erschienenen Arbeit vom gleichen Autor benutzt *.

Ursprünglich wurden die Hangenbergschichten in ihrer Gesamtheit ins Unterkarbon gestellt (H.SCHMIDT 1924: Fig.3). Dieser Auffassung folgte auch PAECKELMANN (1932) und setzte die Hangenberg-Schichten zeitlich mit der Gattendorfia-Stufe gleich. Für das Sauerland wurden die Hangenbergschichten in die liegenden Hangenberg-Schiefer und den hangenden Hangenberg-Kalk unterteilt.

SCHINDEWOLF (1926) vertrat die Auffassung, daß die Gattendorfia-Stufe noch dem Oberdevon zuzurechnen sei. Er diskutiert diese Ansicht auch in einer 1935 erschienenen Arbeit.Die Hangenbergschichten wurden von ihm zum Oberdevon gerechnet, wobei er die Hangenberg-Schiefer in die Wocklumeria-Stufe und die Hangenberg-Kalke in die Gattendorfia-Stufe stellte.

Seit 1935 (Heerlener Konvention) wird die Devon/Karbon-Grenze zwischen Hangenberg-Schiefer und Hangenberg-Kalk gezogen.

1973 wurde die Schichtenfolge in einem Schurfgraben durchfahren (von r23900 h95750 bis r23825 h95705; Profilbeschreibung siehe Aufschlußverzeichnis P 127).

Die Gesamtmächtigkeit der Hangenbergschichten beträgt an der Typlokalität 28,5m, wobei auf die Hangenberg-Schiefer 27,2m entfallen. Ein blaugrauer, toniger Kalk etwa 6m über der Basis der Hangenberg-Schiefer (127/28) führte leider keine bestimmbare Conodontenfauna. Eine den Stockumer Kalken äquivalente Protognathodus-Fauna (siehe

* H.SCHMIDT (1972) erwähnt, daß sein Vorschlag der Benennung 'Hangenberg-Schichten' zuerst von PAECKELMANN (1921) erwähnt wird. Bei Nachprüfung dieser Publikation, die 1922 erschien, konnte der Name 'Hangenberg-Schichten' ni cht gefunden werden.

auch ZIEGLER 1969, ALBERTI et al. 1974) liegt im unteren Teil der untersten auf die Hangenberg-Schiefer folgenden Kalkbank vor (mündl. Mitteilung H.ALBERTI).

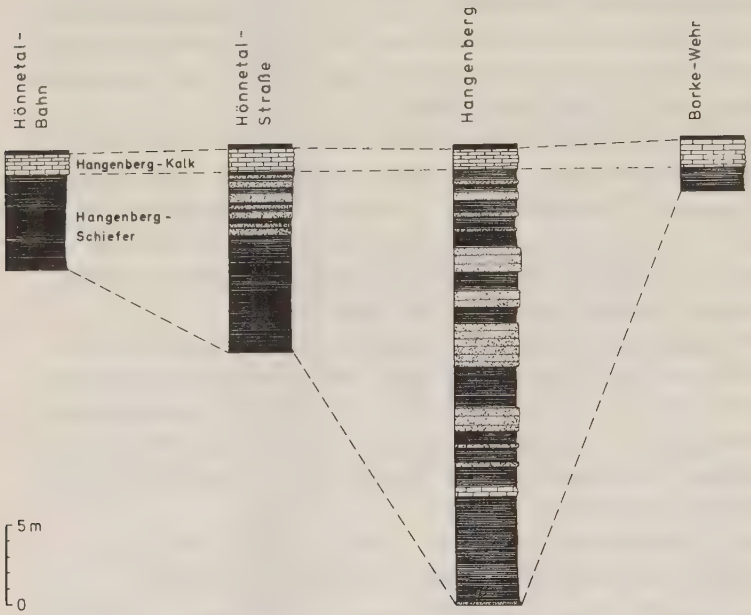


Abb.5 Mächtigkeiten der Hangenberg-Schichten. Hönnetal-Bahn nach EICKHOFF (1973). Hönnetal-Straße nach ZIEGLER (1973). Borke-Wehr nach VOGES (1960), ZIEGLER (1971b).

Im Hönnetal-Bahneinschnitt sind die Hangenberg-Schiefer etwa 6m und die Hangenberg-Kalke etwa 1,4m mächtig (siehe EICKHOFF 1973). Die Schürfe an der Seiler bei Iserlohn (KOCH, LEUTERITZ & ZIEGLER 1970) ergaben eine Mächtigkeit von etwa 150m für die Hangenberg-Schiefer und etwa 2,7m für den Hangenberg-Kalk. Die Hangenberg-Schiefer setzen sich aus olivgrünen und dunkelgrauen Tonschiefern, graubraunen, stark glimmerhaltigen, feinkörnigen Sandsteinen, Wechsellagerungen von Tonschiefern und Sandsteinen und dickbankigen, glimmerhaltigen, karbonatischen Sandsteinen zusammen.

Die Sandsteine in den Hangenberg-Schiefern an der Typlokalität sind insgesamt etwa 9,3m mächtig.
Einen Vergleich der Mächtigkeiten der Hangenbergschichten im Arbeitsgebiet gibt Abb. 5 .
Ein großräumiger Vergleich der Mächtigkeiten der Hangenberg-Schiefer und der eingeschalteten Sandsteine kann Abb.3 von ZIEGLER & LEUTERITZ in KOCH, LEUTERITZ & ZIEGLER (1970) entnommen werden.

2.3. Unterkarbon

2.3.1. Gattendorfia-Stufe

(zur stratigraphischen Stellung siehe Bemerkungen im Abschnitt 2.2.5.2. Hangenberg-Schiefer)

2.3.1.1. Hangenberg-Kalk (Unterkarbonischer Anteil der Hangenbergschichten)

entspricht: Hangenbergschichten (Hangenbergkalk) H.SCHMIDT 1923: 741

Hangenberg-Schichten (Hangenberg-Kalk) H.SCHMIDT 1924: 99

Hangenberg-Kalk SCHINDEWOLF 1926: 122, Taf.III

Hangenberg-Schichten (Hangenberg-Kalk) PAECKELMANN 1924: 86

Hangenberg-Kalk PAECKELMANN 1938

Über den Hangenberg-Schiefern folgen an der Typlokalität graue, braun gefleckte und ockrig anwitternde, fossilreiche Kalke (Hangenberg-Kalke). Diese Kalke erreichen hier eine Mächtigkeit von 1,3m.
Conodontenproben (siehe Abb. 4) ergaben folgende Einstufung:

127/1	Siphonodella - triangulus triangulus-Zone
127/3	Siphonodella - triangulus inaequalis-Zone
127/6 - 10	Siphonodella sulcata-Zone

(zur untersten Bank der Hangenberg-Kalke siehe auch Bemerkungen im Abschnitt 2.2.5.2. Hangenberg-Schiefer).

Im Hönnetal-Bahneinschnitt folgen über den Hangenberg-Schiefern 1,4m graue Kalke und Kalkknollenlagen mit Tonschieferzwischenlagen

(VÖHRINGER 1960, VOGES 1959, ZIEGLER 1969, 1971b, EICKHOFF 1973).

An der Hönnetal-Straße liegen 1,45m Kalke in gleicher Fazies vor (ZIEGLER 1959).
Die Hangenberg-Kalke sind nur an diesen genannten Stellen des Arbeitsgebietes abgelagert worden (siehe auch Kap. 4.2.).

2.3.2. Pericyclus-Stufe

2.3.2.1. Liegende Alaunschiefer

entspricht: Liegende Alaunschiefer PAECKELMANN 1938:

Die Liegenden Alaunschiefer sind nur an vier Stellen des Arbeitsgebietes in unterschiedlicher petrographischer Ausbildung aufgeschlossen.

2.3.2.1.1. Tonschiefer
In den Profilen Hönnetal-Bahn, Hönnetal-Straße und Hangenberg folgen über den Kalken der Gattendorfia-Stufe typische "Liegende Alaunschiefer": milde, grauschwarze Tonschiefer. Die Obergrenze dieser Tonschiefer ist nicht aufgeschlossen. Am Hangenberg dürfte die Mächtigkeit 2 - 3m nicht überschreiten.

2.3.2.1.2. Siltsteine und Kalkturbidite
Ein Aufschluß der Liegenden Alaunschiefer (im stratigraphischen Sinn) ist an der Straße zum Dasberg direkt südlich Wettmarsen. In diesem wichtigen Profil (Abb.10 A) folgen über Cephalopodenkalken der Mittleren bis Oberen velifer-Zone einige cm Lehm und Tonschiefer mit einer Lage Phosphoritknollen und dann Ton/Siltsteine mit karbonatischem Detritus und Kalkgeröllen. Darüber folgt eine Linse mit schwarzem, stellenweise verkieseltem, detritischem, gradiertem Kalk (allodapischer Kalk im Sinne MEISCHNER's 1962). Dieser Kalk enthält eine Conodontenfauna der Siphonodella crenulata-Zone (SCHÄFER 1975). Auch ein eingebettetes Kalkgeröll (in Siltsteinen) ungefähr 30cm unter der Kalklinse enthält unterkarbonische Conodonten (Siphonodella sp. indet).

2.3.2.2. Kieselschiefer und Kieselkalke

entspricht: Kieselige Schiefer und Lydite an der Basis des Kulms und Kulm-Kieselkalk PAECKELMANN 1938:

Verbreitung im Arbeitsgebiet und Aufschlußverhältnisse:
Kieselschiefer und Kieselkalke nehmen infolge flacher Lagerung und Spezialfaltung im Arbeitsgebiet große Flächen ein. Die Aufschlußverhältnisse sind meist nicht gut, doch lassen sich diese Horizonte nach Lesesteinen gut auskartieren.
Der liegende "Horizont der vorwiegenden Kieselschiefer" setzt sich aus überwiegend schwarzen, stellenweise aber auch hellen und bunten Kieselschiefern zusammen, in die Lagen dickbankiger, harter, schwarzer Kalke und häufig Kieselkalke eingeschaltet sind.
An vielen Stellen des Arbeitsgebietes liegen die Kieselschiefer direkt auf Kalken des höheren Oberdevon (siehe auch Kap.4.2.), vermutlich ist auch die Untergrenze der Kieselschiefer nicht zeitgleich. Eventuell sind auf diese Unvollständigkeit auch starke Mächtigkeitsschwankungen zurückzuführen. Die genaue stratigraphische Einstufung der Kieselschiefer-Untergrenze ist mangels Fossilien nicht möglich.
Die Kieselschiefer sind meist sehr stark spezialgefaltet; dies kann man sehr schön im Aufschluß Reigern, P 184 sehen. Diese Spezialfaltung führt zu oft sehr großen Ausstrichbreiten der Kieselschiefer, deren Mächtigkeit dadurch leicht überschätzt werden kann.
Kieselschiefer, wie auch Kieselkalke bilden an einigen Stellen des Arbeitsgebietes deutlich heraustretende Härtlinge (zum Beispiel Ebberg-Höhenzug, Hangenberg, Humberg, Hömberg, Rülsterberg, Müssenberg).
Eine kartiertechnische Abgrenzung der Kulmkieselschiefer (stratigraphisch) von den darüber folgenden Kieselkalken ist meist nur mit großen Vorbehalten möglich und wurde daher hier unterlassen.
Der Kieselkalkhorizont setzt sich ebenfalls aus Kieselschiefern, Kalken und Kieselkalken zusammen.
Die in den Kieselkalkhorizont eingeschalteten Kalkbänke erreichen zum Teil erhebliche Mächtigkeiten, zum Beispiel am Höveler Knapp bis zu 2m (siehe VOGES 1960).
In den hangenden Partien der Kieselkalke sind verstärkt schwarze Schiefer eingeschaltet. Die Mächtigkeit der Kieselschiefer beträgt 60 - 100m, die der Kieselkalke 100 - 180m.

2.3.3. Goniatites-Stufe

2.3.3.1. Kieselige Übergangsschichten
(Dieser Horizont ist wegen seiner geringen Mächtigkeit auf der Karte nicht ausgeschieden worden)

An drei Stellen des Arbeitsgebietes konnten zwischen den Kieselkalken und den Kulm-Plattenkalken kieselige Schiefer und Tonschiefer beobachtet werden, die Entogonites grimmeri, Goniatites crenistria und Entogonites nasut us enthalten.
Der wichtigste Aufschluß ist nordwestlich des Hangenberges in einem großen Steinbruch der "Calcit"-Werke (eine genaue Bearbeitung wird im Rahmen einer Diplomarbeit von H.HEUSER, Göttingen vorgenommen).
Ein weiterer Aufschluß ist an der Straße Eisborn - Deinstrop (P 16), außerdem tritt dieser Horizont auch zwischen Estinghausen und Enkhausen auf. Dort aufgeschlossen sind kieselige Schiefer, leicht spaltende und brechende Tonschiefer mit massenhaftem Vorkommen von Posidonia becheri.

2.3.3.2. Kulm-Plattenkalk

entspricht: Culmplattenkalk DENCKMANN 1905: 583
Culmplattenkalk PAECKELMANN 1924: 91
Kulm-Plattenkalk PAECKELMANN 1938

Verbreitung im Arbeitsgebiet: Der Kulm-Plattenkalk nimmt den zentralen Teil des Arbeitsgebietes ein; weitere Verbreitungsgebiete sind bei Hövel und in einem unterschiedlich breiten Streifen, der bis Hachen zieht. Außerdem liegen Kulm-Plattenkalke in der nordöstlichen Ecke des Arbeitsgebietes vor. Aufgeschlossen sind die Plattenkalke nur stellenweise, lassen sich aber gut nach Lesesteinen kartieren.
Kulm-Plattenkalke sind blauschwarze, bituminöse, in frischem Zustand harte und splittrige Kalke. Die Böden dieser Kalke werden im Arbeitsgebiet meist für den Ackerbau genutzt.
Die Kulm-Plattenkalke wurden in einem beckenartigen Raum im nördlichen Rheinischen Schiefergebirge als Kalkturbidite (allodapische Kalke, MEISCHNER 1962, 1964) abgelagert.

Das Material für die Kulm-Plattenkalke kam vom nordwestlich gelegenen Kohlenkalk-Schelf.
An Anschliffen von Einzelbänken der Kulm-Plattenkalke läßt sich die Gradierung deutlich erkennen; verkieselte Stellen, die ebenfalls typisch für allodapische Kalke sind, treten häufig auf.
Der Aufbau der Kalkbänke entspricht der Idealbank MEISCHNERS (scharfe Untergrenze, Kalkdetritus überlagert Ton, feiner Detritus, grober Detritus, Tonpartikel, "Lamination", feinschichtige Mergel; siehe MEISCHNER 1964: 16, Abb.1).

3. Geologische Struktur

Hauptstrukturmerkmal des Arbeitsgebietes ist der Remscheid-Altenaer-Sattel. Allerdings endet die deutlich ausgeprägte Sattelstruktur hier, nur am Riffkalk und den Honseler Schichten im Liegenden des Massenkalkes läßt sich das Faltenbild noch deutlich erkennen. Im Osten anschließend folgen dann mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Einzelstrukturen.
Im Norden schließen sich unterkarbonische und oberkarbonische Schichten an der Nordflanke des Remscheid-Altenaer-Sattels an, die dann von Oberkreide-Sedimenten des Münsterer Kreidebeckens überdeckt werden.
Der südlichste Teil des Arbeitsgebietes stellt den Übergang zur Lüdenscheider Mulde dar.

Strukturelemente:
Wichtige Strukturelemente sind die Schichtflächen (ss), die in fast allen untersuchten Sedimenten deutlich ausgeprägt und leicht zu bestimmen sind.
Die Schichtflächen in den Schiefern (Adorfer Bänderschiefer, Nehden-Tonschiefer) sind gut erkennbar, zum Beispiel durch Silt/Ton-Wechsellagerungen oder durch Fossillagen (Ostracoden).

Die Cephalopodenkalke sind parallel ss deutlich gebankt. Bei massigeren Knollenkalken und Kramenzelkalken kann man die Schichtflächen an der Anordnung der Kalkknollenlagen erkennen.

Auch die unterkarbonischen Sedimente (mit Ausnahme der Liegenden Alaunschiefer in Tonschieferfazies) sind deutlich parallel ss gebankt.

Die Klüftung ist im Arbeitsgebiet meist nicht sehr deutlich ausgeprägt (beziehungsweise aufgrund der meist auf sehr kleine, punktförmige Bereiche begrenzten Aufschlüsse nicht ausreichend erkennbar). Lediglich in den Nehden-Tonsteinen und dann in den sehr kurzklüftigen Kulm-Kieselschiefern läßt sich dieses Strukturmerkmal gut erkennen. Nicht deutlich erkennbar ist die Klüftung in den meisten Cephalopodenkalkaufschlüssen. Oft sind die Klüfte dort sehr weitständig, außerdem bilden sich aufgrund der petrographischen Besonderheiten dieses Gesteins nur selten

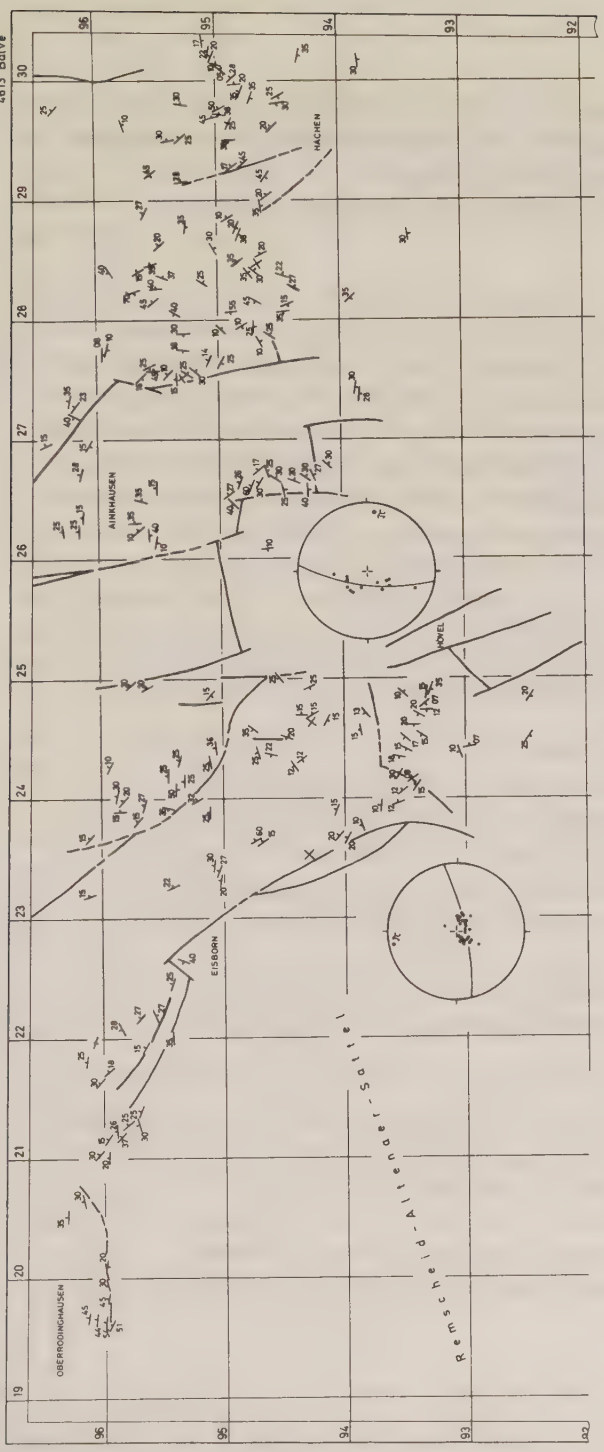


Abb. 6

Strukturkarte

glatte Kluftflächen aus. Die Tonschiefer sind parallel zur Schichtung geschiefert, allerdings tritt diese Schieferung nur sehr untergeordnet in Erscheinung.
Transversalschieferung konnte kaum beobachtet werden.

Störungen:
Bei Vergleich der geologischen Struktur in der Darstellung von PAECKELMANN 1938 und der hier vorliegenden Arbeit zeigt sich eine starke Diskrepanz in der tektonischen Interpretation. Diese Diskrepanzen beruhen zu einem nicht geringen Teil auf der PAECKELMANN'schen Vorstellung der Vollständigkeit der Schichtenabfolge. Etliche der von PAECKELMANN angenommenen streichenden Störungen im Grenzbereich Devon/Karbon entfallen aufgrund der inzwischen nachgewiesenen Schichtlücke. Besonders deutlich kann man dies im östlichen Teil des Arbeitsgebietes, bei Ainkhausen und in der Umgebung des Dasberg erkennen.

Das Arbeitsgebiet wird durch mehrere Störungssysteme gegliedert. Diese Störungssysteme verlaufen mehr oder weniger parallel zum Massenkalkrand.
Bis auf wenige Ausnahmen (Hönnetal, Beil) ist der Kontakt Massenkalk/jüngeres Oberdevon an Störungen gebunden.
Weitere Störungssysteme bildeten sich in der Begrenzung des im zentralen nördlichen Teil des Arbeitsgebietes gelegenen Oberkarbonvorkommens aus und ebensolche als Begrenzung der schollenartig abgesunkenen Kulm-Plattenkalke im zentralen Arbeitsgebiet.
Verwerfungen treten selten innerhalb des Oberdevon auf, sondern meist an Begrenzungen Massenkalk/Oberdevon, Oberdevon/Unterkarbon und im Unterkarbon.
Die meisten der untersuchten Gesteine konnten auf seitliche Einengung durch engräumige Verfaltung reagieren. Auch oberdevonische Cephalopodenkalke können auf kurze Distanz stark verfaltet sein (zum Beispiel östlich Effenberg).
Stark spezialgefaltet sind vor allem der Kulm-Kieselschiefer und die Kieselkalke (gut zu sehen im Steinbruch Reigern).
In der unterschiedlichen Ausbildungsform tektonischer Struktur-

elemente in Oberdevon und Unterkarbon sieht SCHEMANN (o.J.) Anzeichen einer "echten Stockwerktektonik" am Ostende des Remscheid-Altenaer-Sattels. Das Gebiet der Untersuchungen von SCHEMANN liegt zwischen Oberrödinghausen, Sanssouci, Müschede, Hachen und Arnsberg.

Faltung:

Wie bereits oben erwähnt, endet die gut erkennbare Sattelstruktur des Remscheid-Altenaer-Sattels im Arbeitsgebiet mit dem Massenkalk. Gut erkennbare Einzelstrukturen liegen bei Ainkhausen, am Hömberg und in der Gegend von Dasberg-Wettmarsen-Grübeck vor. Für die beiden letztgenannten Strukturen wurden durch Auswertung der ss-Messungen die Sattel- beziehungsweise Muldenachse konstruiert (siehe Abb. 6).

Keine dieser Achsen entspricht in ihrer Richtung der des Remscheid-Altenaer-Sattels (etwa 070^{o}).

Die Sattelachse des Oberdevon-Sattels am Hömberg hat die Werte 097/16. Trotz der geringen Anzahl der benutzten Messungen läßt sich diese Achse gut konstruieren, da die Fallwerte genügend stark variieren. Die Lage von π wurde durch Konstruktion der Flächenkreise überprüft.

Die Achse der Mulde bei Dasberg-Wettmarsen-Grübeck verläuft quer zum Streichen des Remscheid-Altenaer-Sattels und hat die Werte 348/10 (siehe Abb. 6).

Zur Veranschaulichung der geologischen Struktur des Arbeitsgebietes sind in Tafel 4 zwei Querprofile abgebildet. Der Verlauf der Schnittlinien kann der geologischen Karte entnommen werden.

Die Mulde bei Dasberg-Wettmarsen-Grübeck ist in Abschnitt C - D quer zum Streichen der Muldenachse dargestellt.

Der Sattel am Hömberg ist in Abschnitt E - F des Profils geschnitten.

In der Strukturkarte (Abb. 6) sind die ss-Flächen, die Störungen und die ss-Flächenpole für die beiden oben erwähnten Strukturen dargestellt.

4. Fazies und Paläogeographie

4.1. Faziesverhältnisse

Das obere Mitteldevon im Westteil des Arbeitsgebietes wird von einer Riff-Fazies beherrscht. Dieses Riff ist heute im Westteil des Meßtischblattes Balve aufgeschlossen (siehe auch die Bearbeitung des Massenkalkes im südöstlichen Teil des Riffkomplexes durch DORNSIEPEN 1973).
Die Riff-Phase endete zum Teil mit der Schüttung detritischer Kalke (siehe hierzu die Bearbeitung des mitteldevonischen Garbecker Kalkes durch EDER 1972), mit Ablagerungen von Flinzschiefern, und, im Nordteil der Riffentwicklung, mit der Bildung von Cephalopodenkalken, die auf den Massenkalk auflagern.
Gebankte Kalke setzen am Nordhang des Beil in der Unteren bis Mittleren Polygnathus asymmetricus-Zone ein.
Im Profil Hönnetal-Straße ist die älteste adorfische Cephalopodenkalk-Probe nicht älter als Ancyrognathus triangularis-Zone. Bei Eisborn ist der Kontakt nicht aufgeschlossen, die tiefste erreichbare Cephalopodenkalkprobe gehört in die Untere gigas-Zone. In Eisborn liegen Cephalopodenkalke der Adorf-Stufe im unteren Teil der Ancyrognathus triangularis-Zone vor.
Am Beil reichte die Cephalopodenkalkentwicklung durch die gesamte Adorf-Stufe, in der Hönnetal-Straße folgen auf geringmächtige Cephalopodenkalke Bänderschiefer. Solche Bänderschiefer folgen im Bereich des Radeberges auf Flinzkalke und Flinzschiefer.

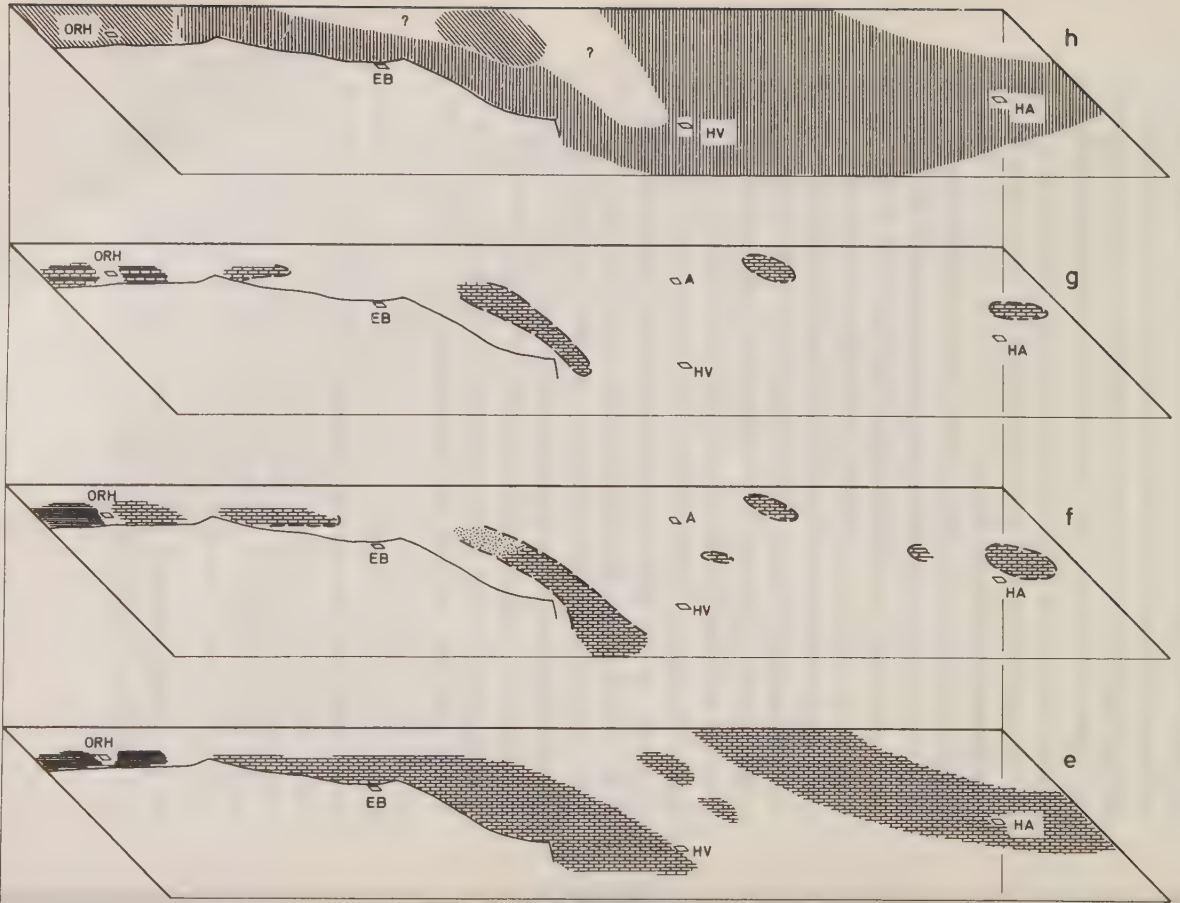
Auch im Bänderschiefer-Faziesbereich entwickelten sich Karbonatablagerungen: an einigen Stellen im Bereich des Radeberges liegen plattige Kalke vor (siehe auch Geologische Karte und stratigraphische Übersicht Abb. 2), auch Kellwasserkalke (BUGGISCH 1972 , Bemerkungen zur Kellwasserkalkfazies siehe dort) wurden gebildet.

Die Faziesentwicklung in der Adorf-Stufe kann nicht kontinuierlich nach Osten verfolgt werden, da über große Bereiche oberflächlich heute nur unterkarbonische Sedimente vorliegen (siehe Geologische Karte).
Vermutlich liegen die Schichten der Adorf-Stufe in diesem Bereich ebenfalls in Bänderschieferfazies vor, in der auch die Sedimente

des östlichen Kartiergebietes ausgebildet sind. Auch hier sind diesen Schiefern stellenweise Kalke eingeschaltet, die allerdings dickerbankig und auch unreiner sind als am Radeberg.

Im unteren Teil der Nehden-Stufe herrscht fast im gesamten Arbeitsgebiet Tonschiefersedimentation vor. An der Grenze Adorf-/Nehden-Stufe tritt kein deutlicher Fazieswechsel ein. Im Verlauf der Nehden-Stufe werden aber reinere Tonschiefer abgelagert, der Karbonatgehalt nimmt im allgemeinen ab und es werden nur selten Kalkbänkchen gebildet, die meist keine oder nur eine sehr spärliche Conodontenfauna enthalten.
Lediglich das Gebiet des Beil nimmt weiterhin eine Sonderstellung im Ablagerungsraum ein: dort herrscht unverändert die Karbonatfazies vor (Abb. 7 c). Diese Kalke folgen dort auch bereits auf die karbonatischen Sedimente der Adorf-Stufe. Im unteren Teil der Nehden-Stufe macht sich allerdings ein etwas stärkerer klastischer Einfluß bemerkbar. Kurzzeitig werden dort Kalkknollenschiefer gebildet, allerdings keine Kalkknollenschiefer vom Typ Kramenzelkalk, sondern Tonschiefer mit sehr viel dichter gepackten, auch wesentlich größeren Kalkknollen.
Im oberen Teil der Nehden-Stufe (in der Oberen crepida-Zone) tritt an einigen Stellen des Gebietes ein Fazieswechsel ein (Abb. 7 d). PAECKELMANN (1924) vertrat die Ansicht, daß lediglich am Beil Cephalopodenkalke abgelagert wurden. Die Fazies am Beil bleibt weiterhin unverändert karbonatisch, während lokal begrenzte Gebiete in der Nähe des Dasberg, bei Ainkhausen und bei Hachen - Reigern nun ebenfalls Cephalopodenkalkablagerungen aufweisen.
Die Ausdehnung dieser Gebiete kann nur in einigen Fällen einigermaßen exakt bestimmt werden; in anderen Fällen müssen die Grenzen Tonschiefer/Karbonatsedimentation offen bleiben: es kann zur Zeit nicht genau festgestellt werden, welche Ausdehnung das Karbonatgebiet bei Ainkhausen hat; es kann auch nicht genau festgestellt werden, wieweit die Karbonatfazies des Beil nach Osten reicht.

Zwischen dem Vorkommen in der Nähe des Dasberg und dem Vorkommen bei Ainkhausen besteht keine Verbindung.


ORH
?
?
EB
HV
HA
h
Devon/Karbon-Grenze
ORH
EB
A
HV
HA
g
Wocklum-Stufe
ORH
EB
A
HV
HA
f
Dasberg-Stufe
ORH
EB
HV
HA
e
Hemberg-Stufe

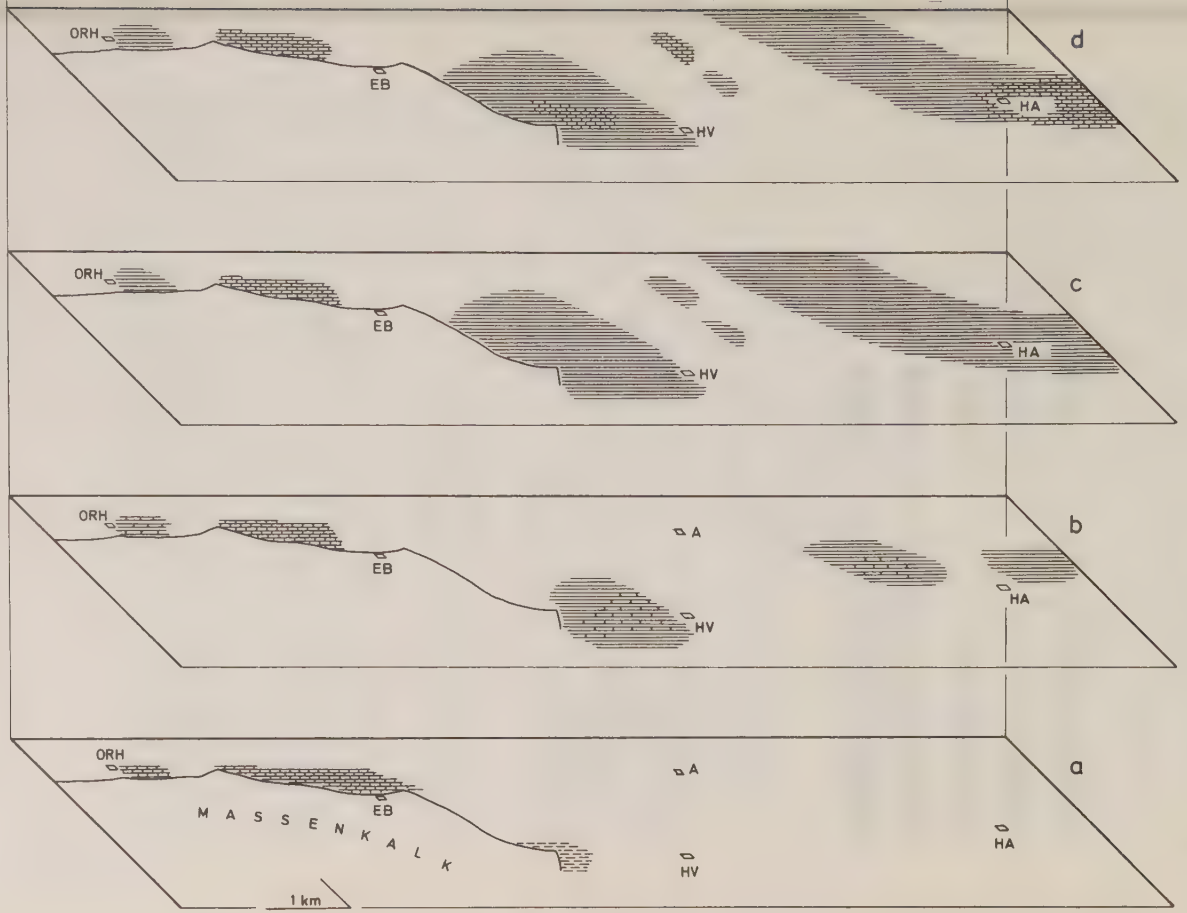
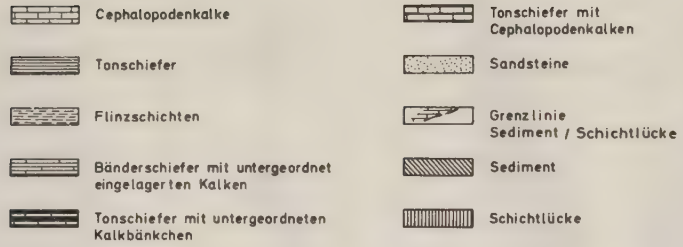


Abb.7 Fazielle Entwicklung (Erl. siehe nächste Seite)

Erläuterungen zu Abb. 7 Fazielle Entwicklung



ORH = Oberrödinghausen
EB = Eisborn
A = Ainkhausen
HV = Hövel
HA = Hachen

Die Tonschiefer/Karbonat-Fazies bleibt nicht während des gesamten Zeitraumes der Nehden-Stufe bestehen. Im obersten Teil der Nehden-Stufe, nach Conodonten mit Beginn der Unteren marginifera-Zone, setzt einheitlich im gesamten Gebiet mit Ausnahme des Gebietes westlich des Beil Knollenkalksedimentation ein.
Diese Knollenkalke sind nicht überall gleichmäßig ausgebildet, da der klastische Anteil variiert.
Im Gebiet westlich des Beil werden Tonschiefer mit untergeordnet auftretenden Kalkbänkchen sedimentiert. Auch am Beil selbst mit seiner durchgehenden Karbonatfazies macht sich dieser Faziswechsel bemerkbar. Auch hier setzen nun stärker tonige Kalke ein.
Ein wesentlich höherer Schieferanteil als im übrigen Arbeitsgebiet liegt nordwestlich des Dasberg vor. Dort reichen die Tonschiefer mit nur relativ selten auftretenden Kalkknollen höher (etwa bis zur Grenze Nehden-/Hemberg-Stufe).
Diese Kalkknollenfazies herrscht in der Hemberg-Stufe vor, wobei außer typischen Knollenkalken auch Flaserkalke und Kalkknollenschiefer gebildet wurden.
Die Unterschiede in der Ausbildung der Karbonate deuten auf eine morphologische Gliederung der Tiefschwelle hin, wobei auf relativen Hochlagen die reineren Kalke und in den Zwischenbecken beziehungsweise an den Schwellenhängen Kalkknollenschiefer und Knollenkalke abgelagert wurden (siehe auch TUCKER 1973: Fig.2, 1975).
Auch in der Hemberg-Stufe ist der feinklastische Einfluß westlich des Beil stärker, dort treten Kalkbänkchen nur untergeordnet in Tonschiefern auf.
Die Ablagerungen der Hemberg-Stufe liegen nicht im gesamten Arbeitsgebiet vollständig vor. Eine Schichtlücke unterschiedlichen Ausmaßes bis zum Unterkarbon kann fast im gesamten Arbeitsgebiet beobachtet werden. Auf ihre räumliche und zeitliche Verbreitung wird weiter unten eingegangen.
Bedingt durch diese Schichtlücke kommen die Sedimente des höchsten Oberdevons nur an einigen Stellen vor. Die Dasberg-Schichten treten in drei verschiedenen Fazies auf.

Im Profil Hönnetal-Straße überwiegt noch der klastische Einfluß: Kalkbänkchen sind in die überwiegenden Tonschiefer eingelagert.
Vom Profil Hönnetal-Straße bis zum Beil (soweit dort Dasberg-Schichten vorhanden sind) liegt Karbonatfazies vor. Es sind Kalke, zum Teil knollig, die durch dünne Tonschieferlagen getrennt werden. Der untere Teil der Dasberg-Schichten ist im Gebiet des Hangenberg durch tonige, karbonatische Sandsteine vertreten. Es kann nicht festgestellt werden, wo die genaue Untergrenze dieser Sandsteine ist. In der näheren Umgebung dieses Fundpunktes liegen die Schichten der Hemberg- und der Dasberg-Stufe in Karbonatfazies vor.
Die Schüttung dieser Sandsteine endet in der Unteren costatus-Zone. Das Vorkommen ist lokal begrenzt.
Nach Südosten zu schließen sich Cephalopodenkalke der Dasberg-Stufe an. Ihr Vorkommen ist auf einen relativ schmalen, etwa Nord - Süd verlaufenden Streifen begrenzt.
In diesem Streifen liegt auch die Typlokalität der Dasberg-Schichten, der Dasberg bei Hövel. Nach Süden weitet sich das Gebiet, in dem Dasberg-Schichten vorkommen aus. Im gesamten Südteil von Meßtischblatt Balve liegen Dasberg-Sedimente in kontinuierlichen Profilen vor (siehe auch Kartierung B.TERBERGER).

Dasberg-Cephalopodenkalke treten noch in weiteren, lokal eng begrenzten Vorkommen auf.
Nördlich des Hömberg kommen Dasberg-Schichten in einem sehr kleinen Areal vor. Es liegen dort nur noch stark verwitterte Cephalopodenkalke der styriacus-Zone vor.
Außerdem gibt es Kalke der Dasberg-Stufe im Areal um den Effenberg (siehe auch Abb. 7 f).
Nördlich und südlich keilen diese Schichten aus.
Auch östlich der Sauerlandklinik ist ein kleines, begrenztes Vorkommen von Dasberg-Kalken.
In der Gegend zwischen Hachen und Reigern sind ebenfalls Kalke der Dasberg-Stufe vorhanden, wobei im Aufschluß nördlich Hachen (P 271) die Dasberg-Schichten in der styriacus-Zone enden.

Die Unterschiede zur Fazies der unteren Wocklumer-Schichten

(Wocklumer Kalke) sind nicht sehr deutlich ausgeprägt. Im Profil Hönnetal-Bahn treten verstärkt Kalke auf, Schiefer sind nur untergeordnet, während im Profil Hönnetal-Straße seit der Dasberg-Stufe Kalke überwiegen.
Das Gebiet am Beil weist weiterhin eine Karbonatfazies auf.

Vom Gebiet des Hangenberg bis etwa zum Dasberg reicht ein schmaler, allseits begrenzter Streifen mit fossilreichen Cephalopodenkalken. Die Begrenzung nach Norden kann infolge mangelnder Aufschlüsse nicht angegeben werden, allerdings besteht zum Gebiet des Beil sicher keine Verbindung.
Nur noch an zwei weiteren Stellen gibt es Kalke der Wocklum-Stufe: im Gebiet des Effenberg und um Reigern. Das letztere Vorkommen ist gegenüber der Dasberg-Stufe deutlich eingeengt.
Nur noch bei Reigern liegen Sedimente vor, nicht mehr dagegen bei Hachen (P 271).
In der Mittleren costatus-Zone wurden Sedimente nur noch in einer Bohrung (B 3, r30300 h94820) angetroffen.
Es zeigt sich also deutlich, wie stark die Verhältnisse von Ort zu Ort variieren. Ob die Vorkommen in B 3 und Reigern zusammenhängen oder lokal getrennt sind, kann nicht entschieden werden.
Nur etwa 200m nördlich B 3 werden Kalke der Hemberg-Stufe von Kulm-Kieselschiefern überlagert.
Noch wesentlich stärker eingeengt ist das Vorkommen der Sed der oberen Wocklum-Stufe (Hangenberg-Schiefer) und des tiefsten Unterkarbons (Hangenberg-Kalke und Liegende Alaunschiefer).
In drei Profilen liegen Hangenberg-Schiefer vor, es gibt zwei Areale mit Sedimenten aus dieser Zeit:
1. das Gebiet Hönnetal-Bahn bis Hönnetal-Straße
2. das Gebiet um die Typlokalität Hangenberg
Die in schiefrig-sandiger Fazies vorliegenden Sedimente variieren in der Mächtigkeit erheblich (siehe auch Abb. 7).
Auch der Anteil der Sandsteine wird vom Hönnetal-Bahnprofil, in dem keine Sandsteine auftreten (EICKHOFF 1973) über das Hönnetal-Straßenprofil (Anteil der Sandsteine 4,5m; ZIEGLER 1959) bis zum Profil am Hangenberg mit 9,4m Sandsteinen höher.
Die Begrenzung des Vorkommens "Hönnetal" liegt zwischen dem

Hönnetal-Straßenprofil und dem Beil, wo keine Hangenberg-Schiefer vorliegen. Die Begrenzung des Gebietes "Hangenberg" ist nicht genau zu betstimmen (siehe Geologische Karte und Abb. 7 h), da nach Westen und Osten keine Aufschlüsse vorliegen. Nach Süden und Südosten keilen die Hangenberg-Schiefer rasch aus (im nahe gelegenen Profil 19 treten keine Hangenberg-Schiefer mehr auf).

Im südlichen Teil von Meßtischblatt Balve liegen Hangenberg-Schiefer jedoch wieder vor.
Auch Gattendorfia-Kalke (Hangenberg-Kalk) sind auf die zuvor beschriebenen Bereiche beschränkt. Sie liegen in einheitlicher karbonatischer Fazies und in mehr oder weniger gleicher Mächtigkeit vor. Ebenfalls an diesen drei Punkten treten grauschwarze, milde Tonschiefer im Hangenden der Gattendorfia-Kalke auf, die Liegenden Alaunschiefer.
Die Schichten der Zeit der Liegenden Alaunschiefer liegen in zwei unterschiedlichen Fazies vor, wobei die zweite Fazies nur in einem Aufschluß vertreten ist (siehe auch Kap.2.3.2.1.). Südlich Wettmarsen bestehen diese Sedimente aus zum Teil detritischen Ton/Siltsteinen und Kalkturbiditen. An dieser Stelle folgen die Liegenden Alaunschiefer auf Cephalopodenkalke der Hemberg-Stufe.
Durchgehend erhaltene Profile liegen erst wieder mit dem Horizont der Kulm-Kieselschiefer vor.
Dieser Horizont ist sicher nicht immer in voller Mächtigkeit erhalten, da die Lydite an vielen Stellen auf Cephalopodenkalke der Hemberg- bis Wocklum-Stufe folgen.

4.2. Die oberdevonisch/unterkarbonische Schichtlücke

4.2.1. Allgemeines

Fast im gesamten Arbeitsgebiet besteht zwischen Devon und Karbon eine Schichtlücke verschiedenen Umfangs. Bis vor kurzem war die Existenz einer solchen Schichtlücke umstritten (siehe auch SCHÄFER 1975). Auch aus anderen Gebieten des Rhenoherzynikums sind solche Schichtlücken beschrieben worden.
BÄR hat im Gebiet des Briloner und des Messinghäuser Sattels eine

das gesamte höhere Oberdevon und tiefere Unterkarbon umfassende Schichtlücke nachgewiesen (BÄR 1966, 1968). Die Schichtlücke folgt dort direkt auf den Massenkalk, dessen Oberfläche tiefgreifende Verkarstungserscheinungen aufweist. Aus kalkigen Spalten- und Schlottenfüllungen konnte BÄR umgelagerte oberdevonische und unterkarbonische Conodonten isolieren, die die erodierten Schichten zeitlich repräsentieren.
BÄR gibt als Ursache für die Erosion der betreffenden Schichten (stratigraphische Tabelle siehe auch BÄR 1968: Tab.1) Auftauchen der ehemaligen Schwellengebiete bis in oder über den Brandungsbereich und damit verbundene Erosion an. Anzeichen für eine primäre Sedimentationsunterbrechung liegen laut BÄR nicht vor.
Die Vertikalbewegungen, die zur Schichtlücke bei Brilon führten, sind lokal und zeitlich eng begrenzt.

Auch am Attendorn-Elsper-Riffkomplex liegt zwischen Oberdevon und Unterkarbon eine Schichtlücke unterschiedlichen Ausmaßes vor (Ausdehnung siehe GWOSDZ 1972: Tab.1 und Abb.11). Zum Teil folgt diese Schichtlücke direkt auf den Massenkalk, der stellenweise von unterkarbonischen Lyditen überlagert wird. An anderen Stellen überlagern unterkarbonische Sedimente Schichten des höheren Oberdevon; in den unterkarbonischen Sedimenten kommen aufgearbeitete oberdevonische Conodonten vor, wobei auffällt, daß Conodonten aus dem Zeitraum der Schichtlücke fehlen.
Bei Trockenbrück (ZIEGLER in KRONBERG et al. 1960) werden Dasberg-Kalke von unterkarbonischen Schichten überlagert. Auch hier enthielten aufgearbeitete Conodontenfaunen keine Repräsentanten des Zeitraumes der Schichtlücke, weshalb eine primäre Sedimentationsunterbrechung vermutet wird (ZIEGLER in KRONBERG et al. 1960: 17 ff.).
GWOSDZ nimmt nur für einen Teil der Lücken bei Attendorn Nichtsedimentation, also primäre Entstehung an. Nach seiner Meinung war mit der Hebung des Schwellenbereiches von doV/doVI bis zum cuII Nichtsedimentation und/oder Abtragung der oberdevonischen Gesteine verbunden.

Im Riffgebiet des Langenaubach-Breitscheider Riffes (KREBS 1966)

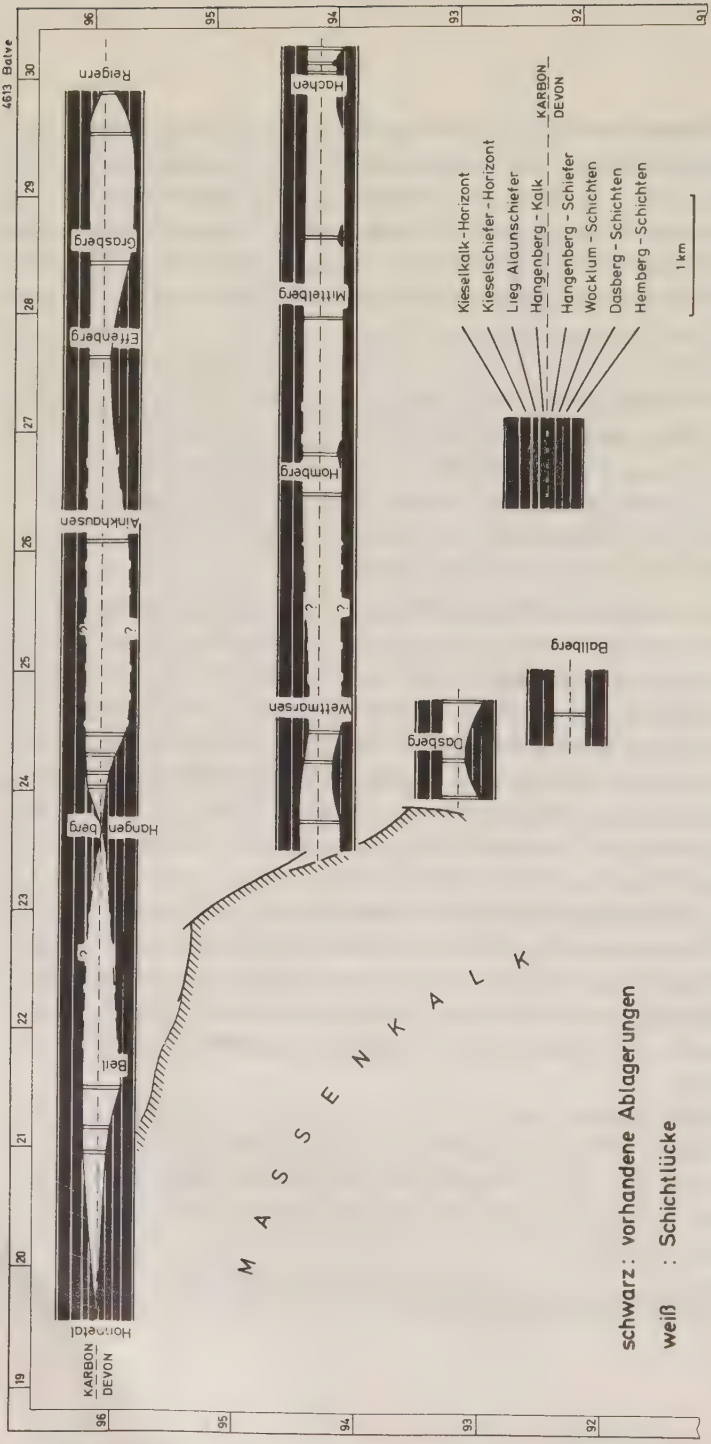


Abb. 8 Räumliche und zeitliche Verbreitung der Schichtlücke

liegt ebenfalls eine diskontinuierliche Schichtenabfolge vor. Dies betrifft die Hochschwelle; Becken und Tiefschwelle weisen eine kontinuierliche Abfolge auf (KREBS 1966: 35 f.).
Massenkalk wird hier von unterkarbonischen Sedimenten überlagert. KREBS nimmt an, daß während des Oberdevons an den Flanken des Riffes geringmächtige Cephalopodenkalke abgelagert wurden, die beim Auftauchen des Riffes erodiert wurden, während die höchsten Teile des Riffzuges während des gesamten Oberdevons frei von Sedimentation geblieben sind.

Auch im Warsteiner Karbonatkomplex ist die Oberdevonentwicklung diskontinuierlich (UFFENORDE 1976). Dort liegt die Schichtlücke nicht direkt über dem bis in die Untere Adorf-Stufe reichenden Massenkalk, sondern zwischen verkieselten Cephalopodenkalken der Dasberg- und Wocklum-Stufe und verkieselten Kalken des mittleren Unterkarbons.

Im Iberger Riffgebiet (Harz) folgt auf den Riffkalk ebenfalls eine Schichtlücke (FRANKE 1973). FRANKE führt das Fehlen von Sedimenten des höheren Oberdevons und tieferen Unterkarbons darauf zurück, daß die Sedimentation in diesem Zeitraum fast ausschließlich pelagische Organismenreste umfasste, zum Beispiel Conodonten, die in Aufarbeitungsfaunen den Zeitraum der fehlenden Sedimente mit Ausnahme der velifer- und der styriacus-Zone belegen.
Er vertritt die Ansicht, daß das Fehlen von aufgearbeiteten Conodonten dieser Zonen auf eine Beobachtungslücke zurückzuführen ist. Es ist aber auffallend, daß das Phänomen des Fehlens bestimmter Conodontenzonen häufiger auftritt. Wenn man berücksichtigt, daß nicht einzelne, sondern zeitlich aufeinanderfolgende Conodontenzonen nicht repräsentiert sind, muß man doch eine primäre Entstehungsweise der Lücke in Betracht ziehen (siehe auch GWOSDZ 1972, ZIEGLER in KRONBERG et al. 1960, SCHÄFER 1975).

Auch zwischen Oberdevon und Unterkarbon des Elbingeröder Komplexes (Harz) wurde eine Schichtlücke beobachtet (REICHSTEIN 1960). Diese Lücke umfasst den Bereich von doIIα bis zum Unterkarbon (nach REICHSTEIN 1960: 659, 660 Schichten mit Gnathodus bilineatus bilineatus, Gnathodus bilineatus semiglaber und

Gnathodus commutatus; daraus folgt cuII/III siehe MEISCHNER 1970). REICHSTEIN hat in den über der Lücke folgenden unterkarbonischen Sedimenten aufgearbeitete oberdevonische Conodonten gefunden, die den Bereich vom doIIβ bis zum doV repräsentieren. REICHSTEIN's Einstufung in das doV beruht auf dem Vorkommen "Spathognathodus jugosus" (=Bispathodus jugosus) und Pseudopolygnathus marburgensis; beide Formen treten auch bereits früher, in der Oberen styriacus und der Unteren costatus-Zone auf. Demnach ist nur das doIV sicher belegt.
Es kommen hier also auch Formen aus dem zeitlichen Bereich der Schichtlücke vor. REICHSTEIN vermutet, daß die Schichtlücke durch Erosion infolge bretonischer Bewegungen bedingt ist. An einer Stelle wurden von REICHSTEIN auch nicht erodierte Kalke des doIIIβ bis doIV gefunden.

4.2.2. Räumliche und zeitliche Verbreitung der Schichtlücke im Arbeitsgebiet

Durch detaillierte Profilaufnahmen und durch deren genaue Einstufung mit Conodonten, sowie eine Neukartierung des Oberdevon und Unterkarbon im Nordteil von Meßtischblatt Balve konnten zum ersten Mal genaue Vorstellungen über Ausdehnung und räumliche Verbreitung der oberdevonisch/unterkarbonischen Schichtlücke gewonnen werden.
Die Ausdehnung der Schichtlücke ist in Abb. 8 dargestellt.

Vollständige Profile liegen im Arbeitsgebiet nur an zwei Stellen vor: im Hönnetal (Bahn- und Straßenprofil) und am Hangenberg (siehe auch Abb. 7 h).
Am Beil, das im Oberdevon eine paläogeographische Sonderstellung eingenommen hat (siehe auch Kap.4.3.1.2.) ist das Liegende des Unterkarbon zeitlich ungleich.
In mehreren Schürfen wurde die Grenze Devon/Karbon 1972 durch die Rheinisch Westfälischen Kalkwerke aufgeschürft. In diesen Profilen konnte das Liegende des Unterkarbons,hier Kulm-Kieselschiefer, mit Conodonten datiert werden (Lageplan und Einstufungen siehe Abb. 9). Dabei zeigte sich, daß das Liegende der Kulm-Kieselschiefer nach Osten immer älter wird; die Schichtlücke nimmt

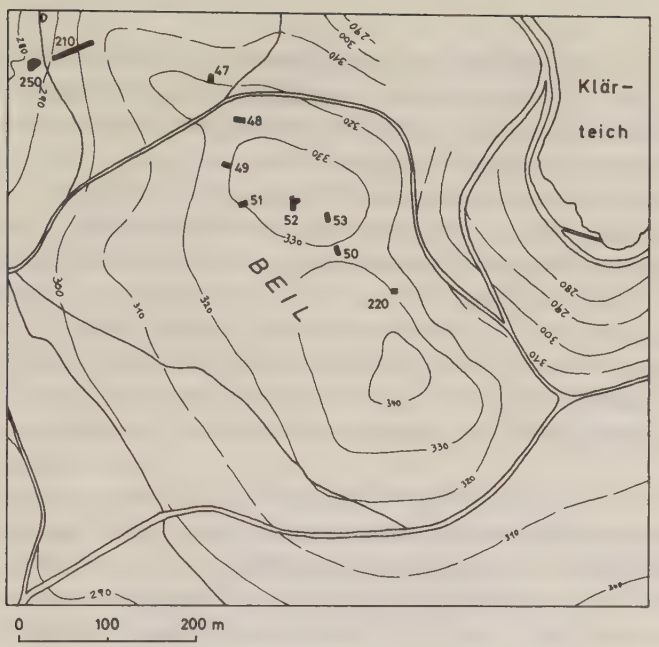


Abb.9 Lageplan der Schürfe am Beil

P 47 - 53: Schürfe der Rheinisch-Westfälischen Kalkwerke

47: Kalke der Mittleren costatus-Zone werden von einem geringmächtigen Lehmhorizont, Tonschiefern und Lyditen überlagert

48: Kalke der Mittleren bis Oberen velifer-Zone werden von einem Lehmhorizont und Lyditen überlagert

49: Knollenkalke der Oberen marginifera-Zone werden von Lyditen überlagert

50: Graue, fossilreiche Kalke der crepida-Zone

51: Stark verlehmte Lydite

52: Stark verwitterte Kalke (keine Conodontenfauna) werden von Lyditen überlagert

53: cm- bis dm-bankige Lydite

Zu P 210, 220, 250 siehe Aufschlußverzeichnis

in dieser Richtung größere Ausmaße an. Anzeichen für Störungen konnten dort nicht gefunden werden. Durch weitere Aufschlüsse am Klärteich und am Ebberg (P 168, 172, 264) konnte die Lücke zeitlich und räumlich gut eingeengt werden.
Wie bereits erwähnt, keilen die im Gebiet des Hangenberg abgelagerten Devon/Karbon-Grenzschichten nach Osten rasch aus. Bis Ainkhausen liegt dann eine Beobachtungslücke durch Überdeckung mit Oberkarbon vor.
In Ainkhausen fehlen wiederum die Sedimente vom obersten Teil der Hemberg-Stufe bis zu den Kulm-Kieselschiefern. Eine Kalkbank in den Kieselschiefern, die in die Scaliognathus anchoralis-Zone datiert werden konnte, enthielt keinerlei aufgearbeitete Conodonten.
Nach Osten zu werden die Profile dann stellenweise wieder etwas vollständiger; am Effenberg liegen Sedimente der Dasberg- und der Wocklum-Stufe vor. Östlich der Sauerlandklinik bei Hachen sind Dasberg-Kalke im Liegenden der Kieselschiefer vorhanden. Zwischen diesen beiden Stellen fehlen die Schichten ab der höchsten Hemberg-Stufe.
Am Grasberg und nördlich Hachen nimmt die Schichtlücke wieder die gleichen Ausmaße wie bei Ainkhausen an, während bei Reigern ein Profil mit Sedimenten der Wocklum-Stufe (Wocklum-Kalke) im Liegenden des Unterkarbons folgt (siehe zu diesem Abschnitt das obere Lückenprofil in Abb. 8).
Südlich Reigern werden die Profile wieder etwas unvollständiger. An der Straße Hachen - Reigern werden Kalke der Hemberg-Stufe von Kulm-Kieselschiefern überlagert, während in einem Aufschluß nordöstlich Hachen Kalke der Dasberg-Stufe (nach Conodonten styriacus-Zone) von Kieselschiefern überlagert werden.
Es wurde bereits oben darauf hingewiesen, daß in diesem Gebiet, ebenso wie am Beil, die Profile auf sehr engem Raum unterschiedliche Vollständigkeit aufweisen. Etwas südlich der Straße Hachen - Reigern wurden in einer Bohrung Kalke der Wocklum-Stufe angetroffen.
Bis zum Mittelberg hat die Schichtlücke, nachdem in einem kleinen Gebiet östlich der Sauerlandklinik Dasberg-Kalke vorliegen (siehe oben), wieder erhebliche Ausmaße angenommen: wie bei

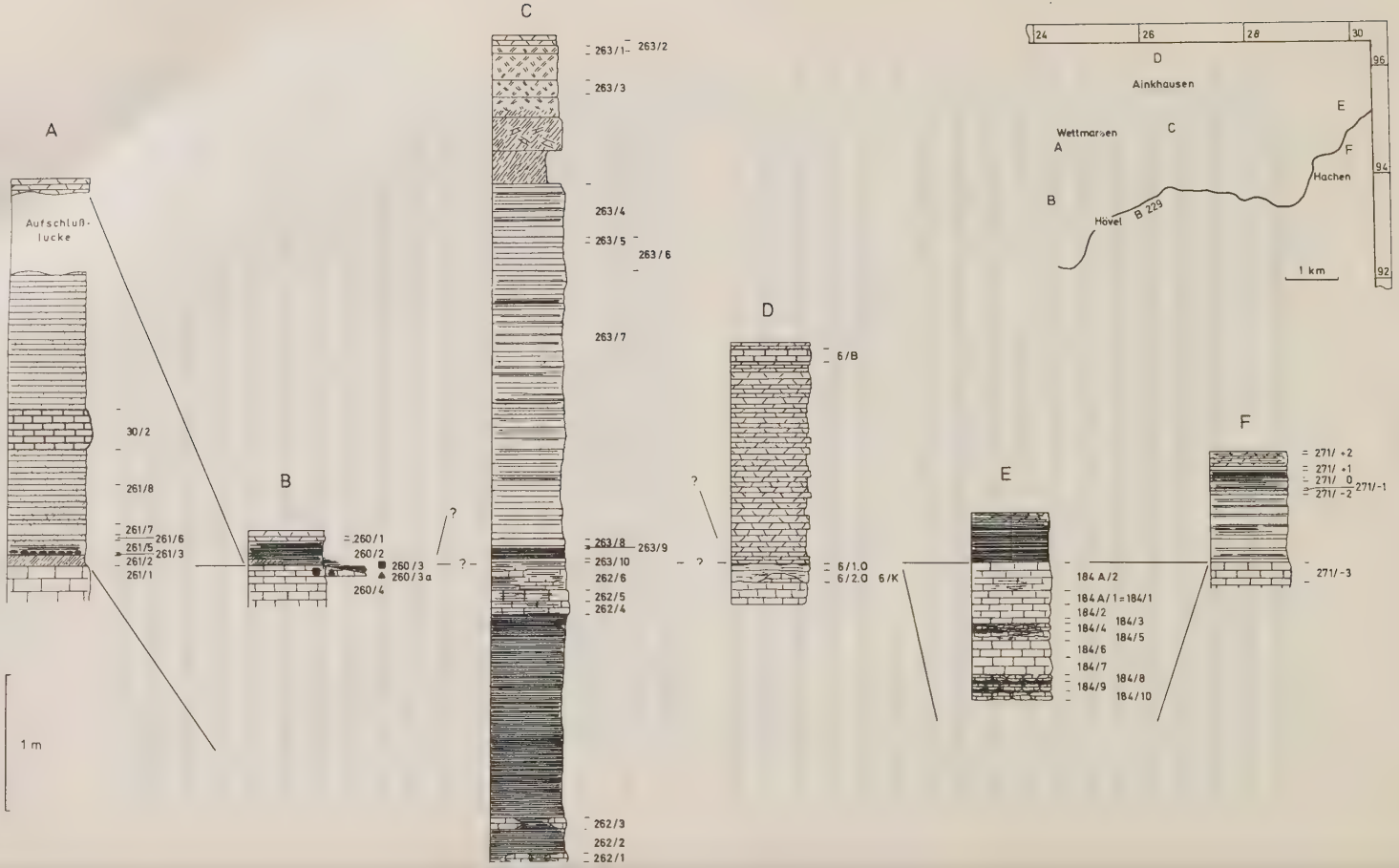
Ainkhausen und am Grasberg werden Kalke der Hemberg-Stufe von Kulm-Kieselschiefern überlagert.
Am Hömberg liegen ähnliche Verhältnisse vor, nur an der Kehre der Straße Hövel - Herdringen (bei r26535 h94940) stehen Dasberg-Kalke in einem vermutlich eng begrenzten Vorkommen an. In diesem Profil folgen über den Kalken noch einige Meter grünliche und bräunliche Tonschiefer, die nicht genau datiert werden konnten und darüber etwa 3m Kieselschieferbreccie (Abb.10 C). Diese Breccie konnte lateral nicht verfolgt werden.
Wie bereits oben erwähnt, liegen südlich Wettmarsen auch Sedimente aus der Zeit der Liegenden Alaunschiefer vor, die Hemberg-Kalke überlagern (Abb. 10 A). Westlich davon sind auch Dasberg-Kalke verbreitet.
Dasberg-Sedimente werden im gesamten südlichen Gebiet von Meßtischblatt Balve in kontinuierlichen Profilen angetroffen.
Sedimente der Wocklum-Stufe bis zu den Kieselschiefern fehlen im Profil am Ballberg (ZIEGLER 1971b: Abb.11, 12), sind aber südlich davon allgemein vorhanden.

4.3. Paläogeographie

4.3.1. Paläogeographie des Liegenden der Schichtlücke (Oberdevon)

4.3.1.1. Paläogeographie westlich des Beil

Westlich des Beil herrschten nach Ablagerung von geringmächtigen Cephalopodenkalken auf dem Massenkalk (Tiefschwellenfazies) Beckenbedingungen. Im Hönnetal (Bahn und Straße) folgen auf die Nehden-Tonschiefer Kramenzelkalke und Tonschiefer mit Kalkknollenlagen. Dann folgen im Hönnetal-Bahnprofil immer wieder Kalkknollenlagen und Kalkbänkchen in Tonschiefer eingeschaltet; durchgehende Karbonatsedimentation setzt erst mit der Ausbildung einer Schwellenregion in der Wocklum-Stufe ein. Das Gebiet des Hönnetal-Straßenprofils wurde bereits ab der Dasberg-Stufe in das Schwellengebiet mit einbezogen. Westlich des Beil sind die oberdevonischen und unterkarbonischen Sedimente vollständig erhalten.
Im höchsten Teil des Oberdevons wurden in diesem Gebiet Schiefer (Hangenberg-Schiefer) sedimentiert.


A
Aufschluß-
lucke
30/2
261/8
261/7
261/6
261/5
261/3
261/2
261/1
1 m
B
260/1
260/2
260/3
260/3a
260/4
?
C
263/1
263/2
263/3
263/4
263/5
263/6
263/7
263/8
263/9
263/10
262/6
262/5
262/4
262/3
262/2
262/1
D
6/B
6/1.0
6/2.0
6/K
E
184 A/2
184 A/1 = 184/1
184/2
184/3
184/4
184/5
184/6
184/7
184/8
184/9
184/10
F
271/+2
271/+1
271/0
271/-1
271/-2
271/-3
24
26
28
30
96
94
92
Ainkhausen
Wettmarsen
Hachen
Hövel
B 229
1 km

Erläuterungen zur nebenstehenden Abb.10 Devon/Karbon-Grenzprofile

Cephalopodenkalk

Kalkknollenlagen

gradierter, schwarzer Kalk (Profil A)

Tonschiefer

Ton- und Siltsteine

Phophoriknollenlage

Kieselschiefer

dünnplattige, kieselige Schiefer

Lehm mit Kieselschiefer-bruchstücken

Lehm

Kieselschieferbreccie

Stratigraphische Einstufungen nach Conodonten:

261/1 30/2	Mittlere bis Obere velifer-Zone Siphonodella crenulata-Zone	Profil A
260/3 und 3a	Mittlere costatus-Zone	Profil B
262/3 und 4?	styriacus-Zone	Profil C
6/K 6/B	Mittlere bis Obere velifer-Zone Scaliognathus anchoralis-Zone	Profil D
184A/2 bis 184/10	Mittlere costatus-Zone	Profil E
271/-3	styriacus-Zone	Profil F

4.3.1.2. Paläogeographische Sonderstellung des Beil

Das Gebiet des Beil hat im oberdevonischen Ablagerungsraum eine paläogeographische Sonderstellung eingenommen.
Während östlich und westlich des Beil zumindest zu bestimmten Zeiten des Oberdevon Beckensedimentation vorgeherrscht hat, lag das Gebiet des Beil im Bereich einer Tiefschwelle. Durchgehend durch das gesamte dort repräsentierte Oberdevon (siehe Kap.4.2.2.) herrschte dort Karbonatfazies.
Im Grenzbereich Adorf-/Nehden-Stufe liegen sehr stark kondensierte Kalke mit aufgearbeiteten älteren Conodontenfaunen vor.
Die paläogeographische Sonderstellung des Beil hat schon frühere Bearbeiter veranlaßt, die dort vorliegende Schichtenfolge zu studieren (DENCKMANN 1905, PAECKELMANN 1924). Auch die sonst meist in Tonschieferfazies vorliegenden Ablagerungen der Platyclymenia annulata-Zone sind dort in Karbonatfazies ausgebildet.

Die paläogeographisch differenzierte Stellung des Beil ist ab dem oberen Teil der Nehden-Stufe (nach Conodonten Untere marginifera-Zone) nicht mehr wirksam; dann wird neben dem Beil das gesamte Gebiet in die Tiefschwellenfazies (Knollenkalksedimentation) einbezogen.

4.3.1.3. Paläogeographie östlich des Beil

Eine Faziesdifferenzierung im Arbeitsgebiet östlich des Beil läßt sich erst im oberen Teil der Nehden-Stufe nachweisen (abgesehen von den Flinzschichten im Hangenden des Massenkalkes). Bis zu diesem Zeitraum herrscht östlich des Beil Tonschiefersedimentation (also Beckenfazies). Kalke wurden nur an einigen Stellen gebildet (Adorf-Plattenkalke am Radeberg) oder treten in einzelnen Bänken auf (Radeberg und östliches Arbeitsgebiet).
Im oberen Teil der Nehden-Stufe (nach Conodonten in der Oberen crepida-Zone) bildeten sich einige Schwellenbereiche mit Karbonatsedimentation aus (siehe Abb. 7).
Wie schon zuvor erwähnt, wird an der Grenze zur Unteren marginifera-Zone das gesamte Gebiet in den Bereich der Knollenkalksedimentation einbezogen, wobei sich geringfügige Differenzierungen der paläogeographischen Situation in unterschiedlichen klastischen Anteilen

der Sedimente ausdrücken.
Für die Zeit des höheren Oberdevon kann die paläogeographische Situation nur von einigen Stellen beschrieben werden.
Wo Sedimente der Dasberg- und der Wocklum-Stufe vorliegen, sind diese fast im gesamten Gebiet in Karbonatfazies ausgebildet.

Beckensedimentation kann nur an einer Stelle in der Dasberg-Stufe nachgewiesen werden. Am Hangenberg wurden, wohl von Norden, Sandsteine geschüttet. Aber auch dort liegen die unteren Wocklum-Schichten als Schwellensedimente (Cephalopodenkalke) vor.

Die Hangenberg-Schiefer sind nur an wenigen Stellen vorhanden, wobei die starken Mächtigkeitsschwankungen auffallen. Das Gebiet östlich des Beil (Hangenberg) hat größere Sedimentmengen erhalten als das Gebiet westlich des Beil (Hönnetal, siehe Abb. 5).

4.3.2. Die Entstehungsursachen der Schichtlücke

Grundsätzlich gibt es für eine Schichtlücke mehrere mögliche Entstehungsursachen:

1. Alle fehlenden Schichtglieder wurden abgelagert und vor Ablagerung der Sedimente im Hangenden der Schichtlücke (hier: Kulm-Kieselschiefer, Liegende Alaunschiefer) erodiert.
   - 1a. Die Erosion hat nur zu einem Zeitpunkt (hier im Unterkarbon) eingesetzt und alle fehlenden Schichtglieder betroffen.
   - 1b. Die Erosion hat zu mehreren Zeitpunkten gewirkt und immer Teile der fehlenden Schichtglieder betroffen.
   - 1c. Die Erosion hat quasi synsedimentär gewirkt und zu einer in etwa ausgeglichenen Stoffbilanz geführt (abgelagertes Sediment - erodiertes Sediment = 0).
2. Die fehlenden Schichtglieder wurden nicht abgelagert (primäre Entstehungsweise der Schichtlücke). Sedimentations- und Nichtsedimentationsbereiche müssten dann engräumig und sehr scharf getrennt gewesen sein.
3. Kombination von 1. und 2.; alle Kombinationsmöglichkeiten sind denkbar.

4. Es wird eine Schichtlücke durch extrem starke Kondensation (Hungersedimentation) in bestimmten Bereichen vorgetäuscht

Für eine primäre Entstehungsweise der im Arbeitsgebiet vorliegenden Schichtlücke (Möglichkeit 2.) sprechen folgende Argumente:

- es gibt im Oberdevon, mit Ausnahme in einer kondensierten Kalkbank am Beil (Adorf-/Nehden-Grenzbereich, also viel älter als die Schichtlücke) keine Aufarbeitungsfaunen
- es gibt im Unterkarbon nur eine Aufarbeitungsfauna in der Siphonodella crenulata-Zone; diese Fauna enthält aufgearbeitete oberdevonische Conodonten, allerdings keine Formen aus dem Zeitbereich der Schichtlücke
- in Oberdevon und Unterkarbon im Arbeitsgebiet und in der Umgebung des Arbeitsgebietes liegen keinerlei Erosionsprodukte vor, die auf eine umfassende Erosion (vom obersten Teil der Hemberg-Stufe bis zu den Kulm-Kieselschiefern) zurückzuführen sein könnten

Für eine sekundäre Entstehung (Möglichkeit 1.) sprechen folgende Gründe:

- die starke und engräumige zeitliche Ungleichheit der Schichtlücken-Untergrenze mit kleinen und kleinsten Gebieten erhaltener Sedimente spricht für eine Entstehung durch Erosion
- eine paläogeographische Konstellation, die zu so enger Nachbarschaft von völlig "normalen" Sedimenten und Nichtsedimentationsbereichen führte ist schwer vorstellbar
- eine starke Hebung bestimmter Gebiete, eventuell an Störungen, und damit verbundene Nichtsedimentation in Flachwassergebieten ist unwahrscheinlich, da die Fazies für tieferes Wasser spricht und keinerlei Anzeichen für Flachwassersedimentation vorliegen

Zieht man für die Schichtlücke im Arbeitsgebiet eine sekundäre Entstehungsweise durch Erosion in Betracht, so muß man die Phänomene, die gegen eine solche Ursache sprechen erklären.
Es ist unwahrscheinlich, daß die oben erwähnte Möglichkeit 1a. zutrifft. Dann wären die Produkte dieser Erosion in Form häufig auftretender umgelagerter Oberdevon-Conodonten und detritischer oberdevonischer Karbonatrelikte im Unterkarbon zu erwarten.

H.SCHMIDT publizierte ein Querprofil südlich Wettmarsen (1924: Fig.1), das die Schichtlücke zwischen Dasberg- beziehungsweise Hemberg-Schichten und dem "Culm" zeigt. Er führte die Lücke auf Erosion vor Ablagerung der unterkarbonischen Sedimente zurück.
Wenn Möglichkeit 1b. zutreffen würde, könnte man erwarten, daß die Schichtlücke nicht kontinuierlich einen Zeitbereich umfaßt, sondern sich mehrere Zyklen Schichtlücke/erhaltenes Sediment ablösen. Bei dieser Entstehungsart müssten ebenfalls umgelagerte Conodonten gehäuft vorliegen.
Nur wenn die Erosion quasi synsedimentär stattgefunden hat (Möglichkeit 1c.), würden umgelagerte Conodonten in dem ihrer Lebenszeit entsprechenden Zeitbereich sedimentiert.

Folgender Entstehungsmechanismus der Schichtlücke ist denkbar [1]):

Im Verlauf der Hemberg-Stufe bildeten sich im Bereich der, fast das gesamte Areal umfassenden Tiefschwelle Bereiche mit stärkerer Karbonatsedimentation (kleine Schwellengebiete) und stärkerer klastischer Sedimentation (dazwischenliegende relative Becken) aus. Daß im Arbeitsgebiet solche Gliederungen vorliegen, kann man an der Faziesdifferenzierung ab der Oberen crepida-Zone erkennen (siehe oben).
Diese reineren Karbonate wurden in größeren Wassertiefen kurz nach ihrer Entstehung von Karbonatlösung betroffen, während die tonreicheren Sedimente in den Zwischenbecken erhalten blieben und auch der unlösliche Rückstand der reineren Karbonate und die Conodonten dort zur Ablagerung kamen.
Dieser Vorgang muß jeweils im Zeitbereich einer Conodontenzone stattgefunden haben, sonst würden umgelagerte Conodonten im

[1]) Die Anregung für diese Überlegungen verdanke ich Herrn Prof.Dr.H.Zankl.

Oberdevon vorliegen. Solche Aufarbeitungsfaunen wurden im Oberdevon jedoch nicht gefunden, obwohl mehrere Profile Bank für Bank durchgearbeitet wurden (zum Beispiel Dasberg P 125).

Der oben beschriebene Vorgang müsste während des gesamten höheren Oberdevons und tieferen Unterkarbons stattgefunden haben. An keiner Stelle im Arbeitsgebiet wurden in den erhaltenen Sedimenten Anzeichen von Karbonatlösung gefunden, obwohl zahlreiche Anschliffe, Folienabzüge und Dünnschliffe hergestellt wurden.

Während des gesamten Zeitraumes der Schichtlücke sind die entsprechenden Gebiete auch von gröber klastischen Sedimenten freigehalten worden. Sandsteine treten nicht auf, mit Ausnahme der Sandsteine der Dasberg-Stufe am Hangenberg.

Die Schiefer der unteren Hangenberg-Schichten sind nur in wenigen Bereichen vorhanden. Westlich des Beil sind diese Schichten allgemein verbreitet, desgleichen auf der Südflanke des Remscheid-Altenaer-Sattels. Der einzige Punkt östlich des Beil hat im Bereich des untersuchten Gebietes die größten Sedimentmengen erhalten.
Möglicherweise ist diese ungleiche Verteilung doch primär bedingt.
Das Beil bildete auch im höchsten Oberdevon noch die Grenze zum im Westen anschließenden Beckenbereich, während der einzige Beckenbereich im Osten, schon frühzeitig durch Dasberg-Sandsteine belegt, alle Sedimente erhielt.
Verantwortlich für diesen Effekt könnten Wasserströmumgen gewesen sein.

Obwohl auch der Bereich der hier beschriebenen Schichtlücke in einem Riffgebiet liegt wie viele andere Schichtlückengebiete im Rhenoherzynikum, sind die Entstehungsursachen der Schichtlücke offenbar nicht direkt durch das Riff bedingt. Anders als in den meisten anderen Schichtlücken im Rhenoherzynikum setzt die hier beschriebene erst im höheren Oberdevon, nach gänzlich vollständigen Schichtfolgen ein.
Im Hangenden des Riffkalkzuges von Dornap bis zum Hönnetal sind die Profile vollständig.

Ursache für die Schichtlücke war vermutlich die gesamte paläogeographische Situation im Bereich einer differenzierten Tiefschwelle mit Lösung der reineren Karbonate in größeren Wassertiefen und Wegführung der feinklastischen Sedimente. Sandsteine konnten nur in den benachbarten Becken sedimentiert werden.
Da das Riff, entstanden auf einer Hochschwelle, ebenfalls von der früher angelegten morphologischen Gliederung abhängig war, ergibt sich daraus der Zusammenhang zwischen Riff und Schichtlücke.

4.3.3. Paläogeographie des Hangenden der Schichtlücke (Unterkarbon)

Wo die tiefunterkarbonischen Sedimente der Gattendorfia-Stufe nachweisbar sind, liegen diese in vollständigen Profilen als Karbonate vor (Hönnetal und Hangenberg). An diesen Stellen folgen dann kontinuierlich Liegende Alaunschiefer in Tonschieferfazies.
Zur Zeit der Liegenden Alaunschiefer sind südlich Wettmarsen an Sedimenten erhalten: Ton- und Siltsteine und Kalkturbidite.
Auch Phosphoritknollen konnten sich dort bilden.

Eine Vereinheitlichung der Profile setzt mit den Kulm-Kieselschiefern ein. Starke Mächtigkeitsschwankungen deuten darauf hin, daß auch diese nicht vollständig vorliegen.

5. Faziesabhängigkeit einiger oberdevonischer Conodonten

5.1. Allgemeines

Da im untersuchten Areal paläogeographisch unterschiedlich beeinflusste Gebiete vorliegen und umfangreiche Conodontenproben untersucht wurden, sollten deren Zusammensetzung mit faziellen Parametern korreliert werden.

Zum Problem fazieller Abhängigkeiten von Conodonten liegen bereits eine Reihe von Arbeiten vor, die sich auch mit devonischen Conodonten befassen. Die wichtigsten dieser Arbeiten werden im folgenden diskutiert.

Eines der meistdiskutierten Konzepte zur Ökologie der Conodonten wurde von SEDDON 1970 bzw. SEDDON & SWEET 1971 entwickelt.

Dieses stark generalisierte ökologische Modell setzt eine pelagische (planktonische) Lebensweise der Conodontentiere voraus und entwickelt Vorstellungen über die Verteilung devonischer Conodonten (SEDDON & SWEET 1971: 871 ff. und Abb.1).

Es handelt sich dabei um ein vertikales Stratifizierungsmodell und berücksichtigt nur Conodontengattungen. Diese Gliederung nach Wassertiefen stellt an die Thanatozönosen bestimmte Anforderungen (bei der folgenden Diskussion bleibt unberücksichtigt, daß normalerweise Taphozönosen vorliegen; zur Verdeutlichung siehe Abb.11 a-d , es werden hier die Symbole dieser Abbildungen benutzt, die nicht immer die Originalsymbole der jeweiligen Autoren sind): Zwischen den Punkten 1 und 2 steigt der Anteil von Form A kontinuierlich an. Ab Punkt 2 zum tieferen Wasser hin bleibt die Absolutzahl von Form A konstant, der prozentuale Anteil an der Gesamtfauna nimmt jedoch ab. Entsprechendes gilt für die Formen 2 und 3. Streng angewendet auf empirisch ermittelte Verteilungsfunktionen prozentualer Anteile ergibt dies:

1. Zeigt eine Verteilung ein Optimum, so befinden sich die Grabgemeinschaften jenseits des Optimums (zu größeren Wassertiefen hin) unterhalb des Lebensbereiches, der Punkt des Optimums gibt die Untergrenze des Lebensbereiches an.
2. Zeigt die Verteilung einen kontinuierlich ansteigenden Verlauf, so befinden sich diese Grabgemeinschaften noch innerhalb der Lebenszone der entsprechenden Formen.

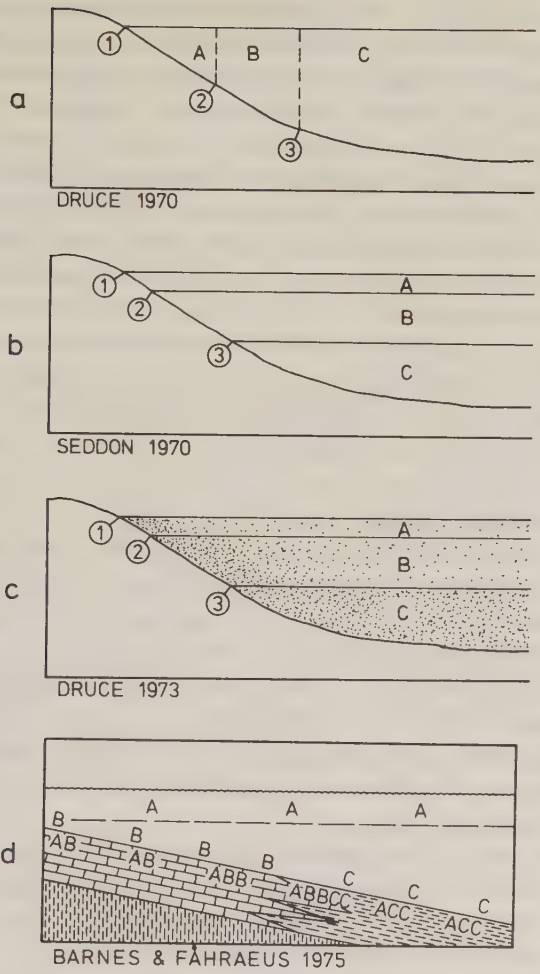


Abb.11 Ökologische Modelle zur Verbreitung der Conodontentiere. Erläuterungen siehe Text.

Nach dem SEDDON & SWEET - Modell kann es nur diese beiden Formen der Verteilungsfunktionen prozentualer Anteile geben. Vorausgesetzt ist bei diesen Überlegungen, daß die Lebensräume deutlich voneinander getrennt sind und keine Verfrachtung der Totengemeinschaften eine nicht repräsentative Grabgemeinschaft erzeugte. Eine ungleichmäßige Verteilung innerhalb eines Lebensraumes würde nur den quantitativen, nicht aber den qualitativen Kurvenverlauf beeinflussen. Die Benutzung von absoluten Häufigkeiten ist zu Vergleichszwecken nur dann sinnvoll, wenn man absolut gleiche Sedimentationsraten voraussetzen kann.
Im Gegensatz zu diesem Modell wurde ein laterales Stratifizierungsmodell entwickelt (DRUCE 1970), für das andere Bedingungen gelten. Bei gleichmäßiger Verteilung im Lebensraum müßte die Verteilungsfunktion für Form A zwischen den Punkten 1 und 2 kontinuierlich ansteigen, um dann bei Punkt 2 auf Null zu sinken.
Entsprechendes gilt für die Formen B und C (de facto würde man kaum eine solche Trennung der Lebensräume erwarten können, Überlappungen würden zu Verteilungsfunktionen mit einem Optimum in der Nähe der Verbreitungsuntergrenze führen).
Ein modifiziertes Modell (DRUCE 1973) nimmt in den einzelnen, bei diesem Modell wie bei SEDDON & SWEET horizontalen Biofazieseinheiten unterschiedliche Verteilungsdichten an (in dem von DRUCE dargestellten Modell würde das eine Substratabhängigkeit des Organismus bedeuten, beziehungsweise eine Abhängigkeit vom Faktor "Küstennähe"; Abb. 11 c).
Dieses Modell ergibt wieder andere Verteilungsfunktionen: der Anstieg für Form A zwischen den Punkten 1 und 2 ist erst relativ stark und verflacht sich dann, danach sinkt die Verteilungskurve durch das starke Auftreten von B stark ab; der Wendepunkt charakterisiert die Untergrenze des Lebensbereiches von Form A.

Eine weitere Möglichkeit zeigt das „nektobenthische Modell" von BARNES & FAHRAEUS (1975) auf. Die Verbreitungskurve prozentualer Anteile von Form A, die wassertiefengebunden ist, steigt im flachsten Wasser bis zur Untergrenze des Lebensbereiches von A an und sinkt dann ab; das Optimum der Verteilungskurve gibt die Lebensraumuntergrenze an.

Im Überlappungsbereich der Formen A und B dürfte die Absenkung etwas stärker werden, dann erreicht die Kurve einen konstanten Wert und geht in eine Gerade über. Die Verteilungsfunktion für B steigt zuerst an, sinkt dann beim Auftreten von C ab und wird dann Null.
Es sei noch einmal darauf hingewiesen, daß sich alle diskutierten Verteilungen auf prozentuale Anteile beziehen. Beim SEDDON & SWEET - Modell würden zum Beispiel die absoluten Werte für Form A zwischen den Punkten 1 und 2 ansteigen und dann auf diesem Niveau verbleiben. Innerhalb eines Lebensbereiches müßte die Verteilungskurve absoluter Werte immer ansteigen.

Zu den faziellen Abhängigkeiten der Häufigkeitsverteilung von Icriodus und Polygnathus im Mitteldevon liegen zwei Arbeiten vor (DAVIS 1975, WEDDIGE & ZIEGLER 1976).
DAVIS hat die Conodontenverteilung im Tully Limestone von New York untersucht und mit dem säureunlöslichen Rückstand der Proben korreliert. DAVIS kommt nach Auswertung der Polygnathus/Icriodus-Verhältnisse der Proben zu dem Schluß, daß Icriodus in der Flachwasserfazies vorherrscht, Polygnathus dagegen das tiefere Wasser bevorzugt, entsprechend dem SEDDON & SWEET - Modell. Nach der Vorstellung von SEDDON & SWEET (1971: 875) erklärt DAVIS (1975: 1103) das immer stärkere Überwiegen von Polygnathus in Schichten, die in zunehmend größeren Tiefen abgelagert wurden. DAVIS bevorzugt für den von ihm untersuchten Bereich allerdings ein leicht modifiziertes Modell (DAVIS 1975: 1103, Abb.5), das nicht völlig waagerecht verlaufende Grenzen der Lebensräume annimmt.Außerdem hält DAVIS (entsprechend DRUCE 1973) eine uneinheitliche Dichteverteilung innerhalb eines Lebensraumes für denkbar.
Unabhängig von DAVIS' Arbeit wurden ähnliche Untersuchungen im Unter- und Mitteldevon des Eifel-Typgebietes durchgeführt (WEDDIGE & ZIEGLER 1976). Nach Auswertung der Korrelationen Rückstand - Polygnathus/Icriodus-Verhältnis kommen die Autoren zu dem Ergebnis, daß Icriodus besonders in den reineren Kalken des flacheren Wassers vorkommt, während sie bei Polygnathus keine deutlich ausgeprägte Abhängigkeit erkennen; lediglich in sehr reinen Kalken ist Polygnathus sehr selten. Die aus diesen Untersuchungen gewonnenen Daten konnten

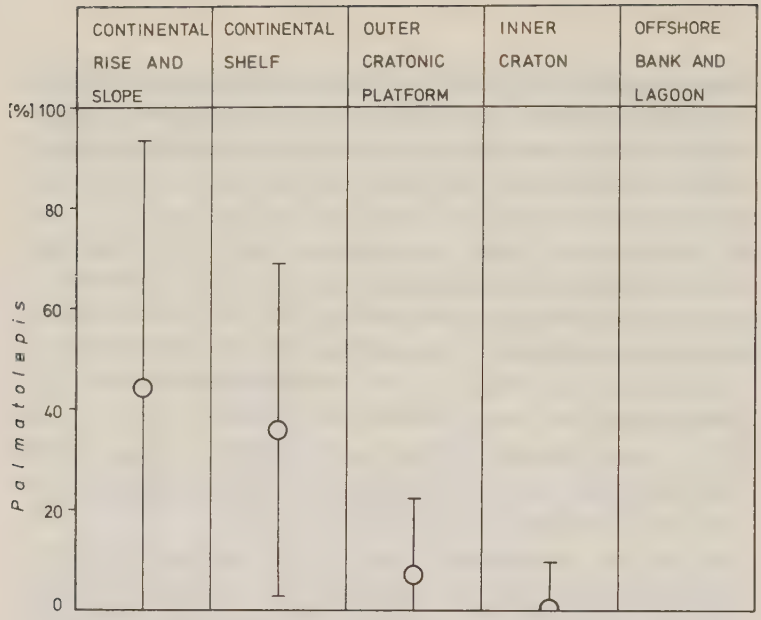


Abb.12a Verteilung von Palmatolepis in Abhängigkeit vom Faziesbereich. Zusammengestellt nach SANDBERG (1976)

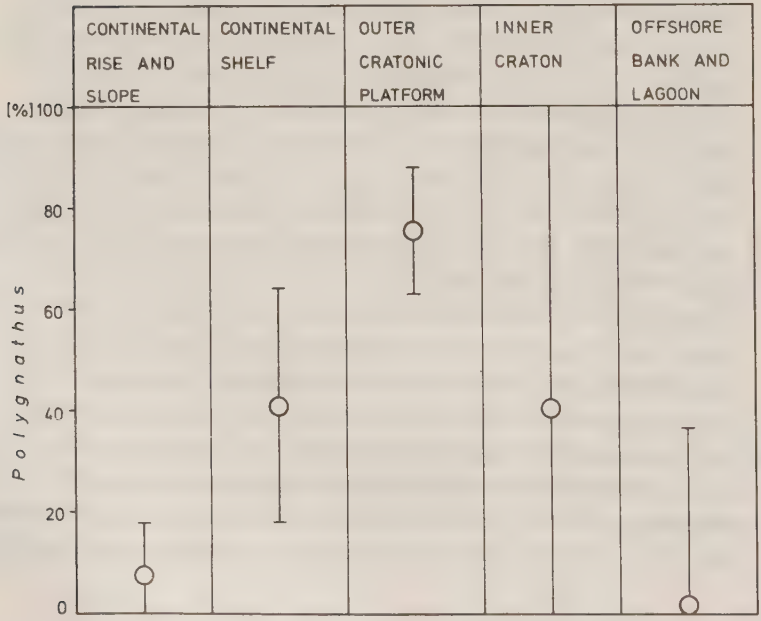


Abb.12b Verteilung von Polygnathus in Abhängigkeit vom Faziesbereich. Zusammengestellt nach SANDBERG (1976)

keines der beiden wichtigen Modelle "vertikale Stratifizierung" (SEDDON & SWEET) und "laterale Stratifizierung" (DRUCE) bestätigen.

Besonders wichtig für die unten referierten Untersuchungen ist eine Arbeit, die sich mit den Conodonten-Biofazies des Oberdevon befaßt. SANDBERG (1976) hat aus dem Gebiet der westlichen USA 38 Conodontenfaunen der Polygnathus styriacus-Zone untersucht und fünf paläogeographischen Bereichen zugeordnet: Offshore Bank and Lagoon, Inner Craton, Outer Cratonic Platform, Continental Shelf, Continental Rise and Slope. Für diese fünf Bereiche stellt SANDBERG Conodonten-Biofazies auf: Clydagnathus-Biofazies, Polygnathus-Pelekysgnathus-Biofazies, Polygnathus-Icriodus-Biofazies, Palmatolepis-Polygnathus-Biofazies, Palmatolepis-Bispathodus-Biofazies.
Da es sich um Faunen der styriacus-Zone handelt, können diese Biofazies-Bezeichnungen nicht direkt in andere stratigraphische Niveaus übertragen werden.
In den hier beschriebenen Untersuchungen der marginifera-Zone dominiert deutlich die Gattung Palmatolepis. Besonders interessant sind daher die Ang aben SANDBERG's zur Verteilung der Gattung Palmatolepis.
Abb. 12 ist nach den von SANDBERG gegebenen Tabellen zusammengestellt (SANDBERG 1976: Tab.1, 2). Für die einzelnen paläogeographischen Bereiche sind die Mittelwerte (Kreise) und deren 95%-Vertrauensgrenzen (senkrechte Linien) prozentualer Anteile von Palmatolepis an der Plattform-Fauna berechnet worden.
Die Abbildung zeigt, daß die Vertrauensbereiche zum Teil noch recht groß sind (Maßstab der Ordinate = 100%). Dennoch ist die Grundtendenz einer Zunahme der Palmatolepis-Anteile zum offenen Meer hin deutlich erkennbar. Im flachsten Bereich (Offshore Bank and Lagoon) kommt Palmatolepis nicht mehr vor. Palmatolepis allein betrachtet würde sich etwa nach dem SEDDON & SWEET - Modell erklären lassen.

Eine Unterteilung der beiden äußeren Bereiche (Continental Shelf und Continental Rise and Slope) kann nur aufgrund der Palmatolepis-Daten noch nicht vorgenommen werden.

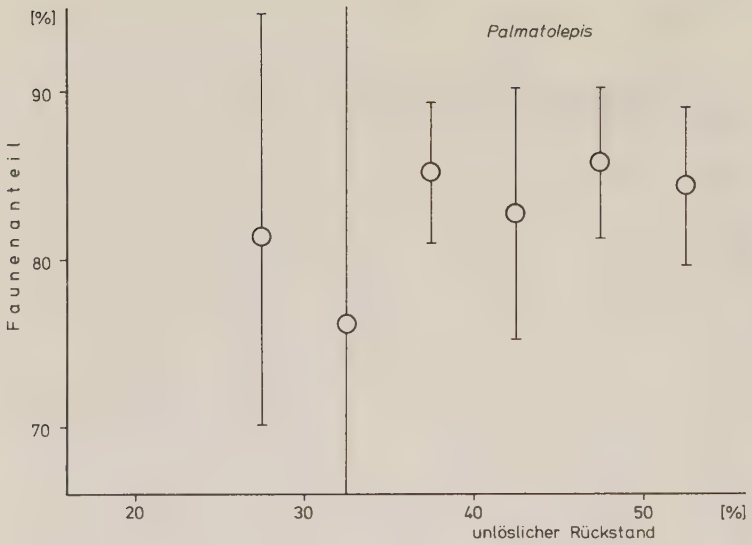


Abb.13 Verteilung prozentualer Anteile von Palmatolepis in Abhängigkeit vom säureunlöslichen Rückstand

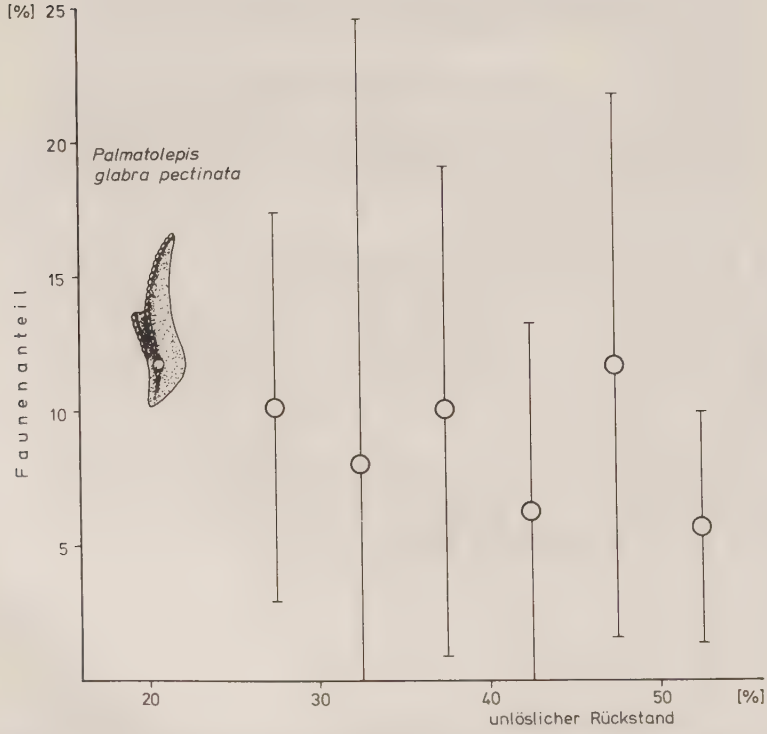


Abb.14 Verteilung prozentualer Anteile von Palmatolepis glabra pectinata in Abhängigkeit vom säureunlöslichen Rückstand

5.2. Untersuchungen an Palmatolepis-Arten der marginifera-Zone

5.2.1. Rückstandskorrelation

Für die hier vorliegenden Untersuchungen wurden 43 Faunen aus der marginifera-Zone bearbeitet. Die Conodonten-Frequenzen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Als Parameter für die Fazieskorrelation wurde der Anteil an säureunlöslichem Rückstand gewählt (siehe auch Kap.6.).

Der Anteil an tonigem Material wird zum Becken hin größer (siehe Faziesmodell RABIEN 1956 und TUCKER 1973). Da es keine absoluten Tiefenindikatoren gibt, aber vermutet wird, daß die Conodonten, wenn auch substratorientiert, tiefenabhängig sind , müssen indirekte Methoden zur Bestimmung der Relativlage Becken - Schwelle herangezogen werden.

Als Maßzahl für den Anteil unterschiedlicher Conodontenformen an der Gesamtfauna wurde der prozentuale Anteil an der Plattform-Fauna gewählt (siehe auch SANDBERG 1976). Absolute Individuenzahlen zu benutzen ist nicht sinnvoll, da dann unterschiedliche Sedimentationsraten das Ergebnis verfälschen würden. Besonderes Augenmerk wurde auf die Verteilung der einzelnen Palmatolepis-Arten gelegt. Bei den bisher von anderer Seite durchgeführten Untersuchungen wurden lediglich die Gattungen mit den Faziesparametern korreliert.

Eine Betrachtung der Palmatolepis-Gesamtanteile läßt im untersuchten Gebiet keine Abhängigkeit (weder linear noch nichtlinear) erkennen. Daher sollte versucht werden, einzelne Arten mit Faziesparametern zu korrelieren.

Die Anzahl der untersuchten Faunen ist sicherlich noch zu gering, um allgemeingültige Aussagen machen zu können; es zeichnen sich allerdings einige Trends ab, die hier besprochen werden sollen.

Die Methodik der Untersuchung und der Auswertung ist in Kap. 6. behandelt. In den Abbildungen stellen die Kreise die Mittelwerte dar, die senkrechten Linien deren 95%-Vertrauensgrenzen. Die zum Teil noch erheblichen Vertrauensbereiche sollten nicht darüber hinwegtäuschen, daß einige Regressionen deutlich ausgeprägt sind.

P a l m a t o l e p i s p e r l o b a t a s c h i n d e w o l f i zeigt eine Zunahme des Faunenanteils bei zunehmenden

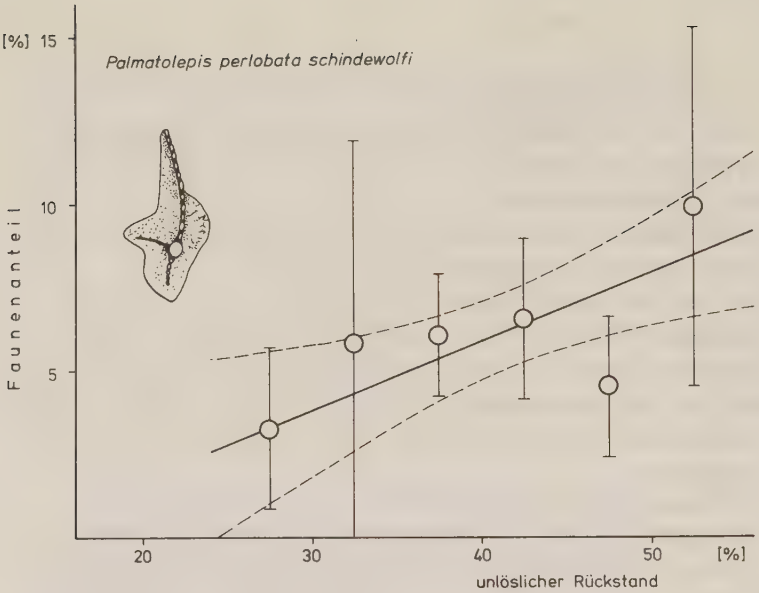


Abb.15 Verteilung prozentualer Anteile von Palmatolepis perlobata schindewolfi in Abhängigkeit vom säureunlöslichen Rückstand

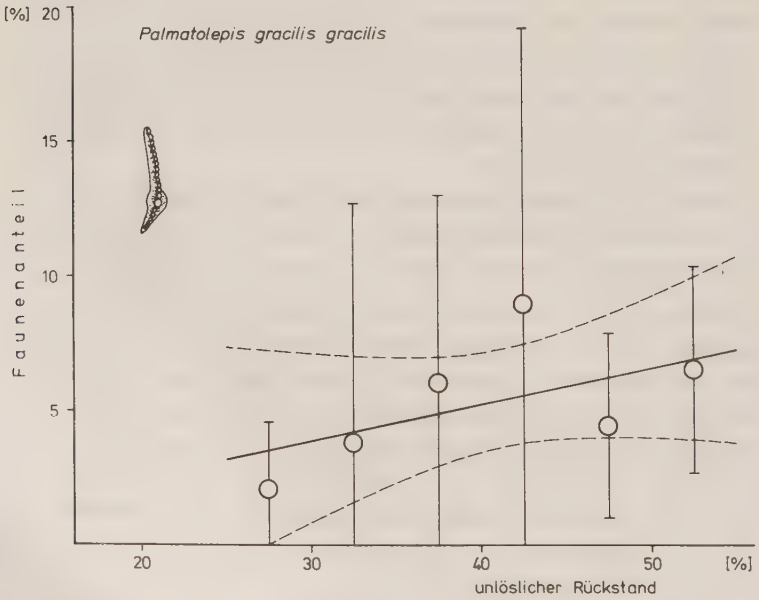


Abb.16 Verteilung prozentualer Anteile von Palmatolepis gracilis gracilis in Abhängigkeit vom säureunlöslichen Rückstand

Rückstandswerten; der Korrelationskoeffizient ist r=0,45, damit ist $r_{pop} \neq 0$ gesichert (> 99%). Bis auf eine Ausnahme verläuft die Regressionsgerade immer im Bereich der 95%-Vertrauensgrenzen. Der Wert der Rückstandsklasse 45,01 - 50,00% liegt etwas niedrig, aber die Vertrauensbereiche von $\bar{x}$ und $\tilde{y}(x_i)$ überlappen sich.

Einen ähnlichen Verlauf der Abhängigkeit zeigt auch P a l m a - t o l e p i s g r a c i l i s g r a c i l i s, nur daß hier der Korrelationskoeffizient wesentlich schlechter ist (r=0,20, < 95%). Bei der vorliegenden Datenmenge kann auch nicht eindeutig entschieden werden, ob eine lineare Regression vorliegt, oder der Verlauf der Verteilungskurve ein Optimum aufweist. Die Mittelwerte sind nicht signifikant getrennt.
P a l m a t o l e p i s m a r g i n i f e r a m a r g i n i - f e r a zeigt einen diskontinuierlichen Verlauf der Verteilung: Bei mittleren Rückstandswerten ist der Anteil dieser Form an der Gesamt-Plattformfauna am kleinsten und steigt von dort nach beiden Seiten an.
Umgesetzt in ökologische Faktoren heißt das, daß diese Form dort die schlechtesten Lebensbedingungen hatte, oder eine andere Form im Bereich des Verteilungsminimums so häufig wird, daß dieser Kurvenverlauf entsteht (siehe Diskussion der Verteilungskurven verschiedener Modelle).
Einen umgekehrten Verlauf, mit einem Optimum der Verteilung bei mittleren Rückstandswerten zeigt P a l m a t o l e p i s g l a b - r a l e p t a. Die Mittelwerte für die verschiedenen Rückstandsklassen sind bei dieser Form besser getrennt als bei Palmatolepis marginifera marginifera.

Versucht man die vorliegenden Ergebnisse mit den unterschiedlichen, bereits erstellten ökologischen Modellen in Einklang zu bringen, so stellt man zum Beispiel in Bezug auf das SEDDON & SWEET'sche vertikale Stratifizierungsmodell fest, daß die beiden Formen Palmatolepis perlobata schindewolfi und Palmatolepis gracilis gracilis die Bedingung dieses Modells erfüllen; das untersuchte Profil müsste sich also noch im Lebensbereich dieser Arten befinden; dies gilt auch, wenn man ein laterales Stratifizierungsmodell annimmt.

Palmatolepis marginifera marginifera paßt mit seiner Verteilungsfunktion nur dann in eines der oben besprochenen Modelle, wenn das plötzliche, massenhafte Auftreten eines anderen Organismus diese prozentuale Verteilungskurve verursacht. Eine solche Verteilung könnte aber eventuell auch darauf zurückzuführen sein, daß der Organismus benthonisch lebte und der entsprechende Abschnitt für den Organismus schlechte Lebensbedingungen bot.

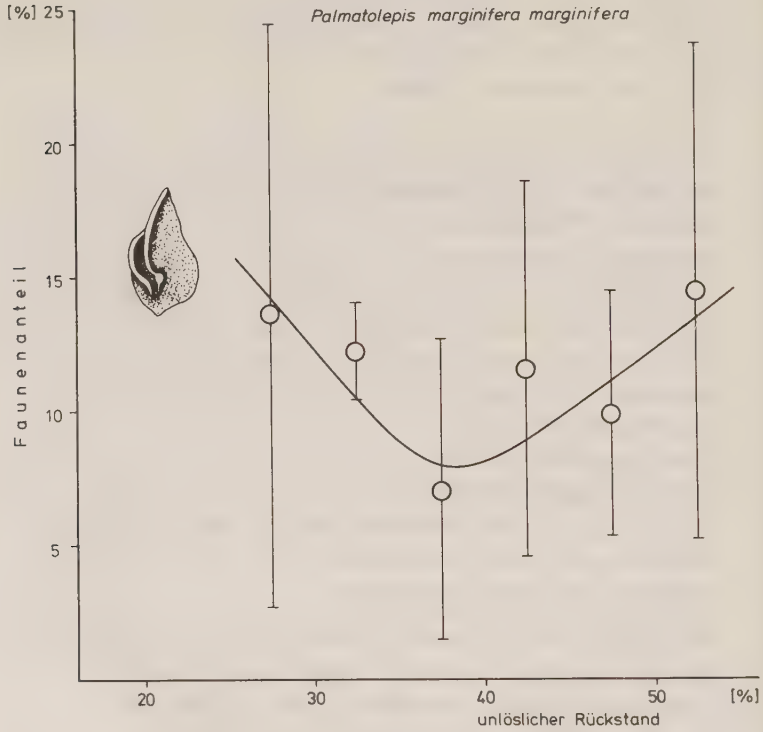


Abb.17 Verteilung prozentualer Anteile von Palmatolepis marginifera marginifera in Abhängigkeit vom säureunlöslichen Rückstand.

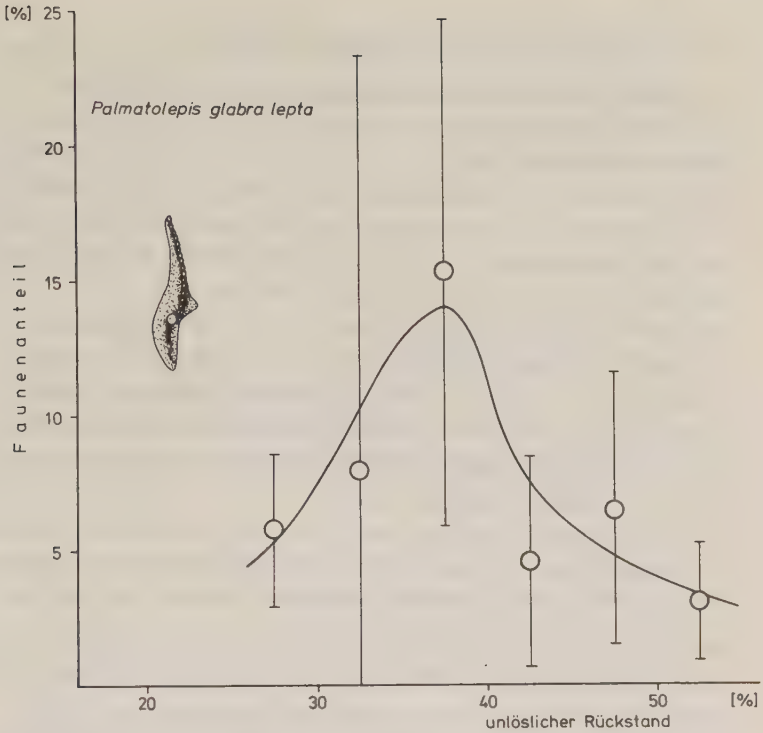


Abb.18 Verteilung prozentualer Anteile von Palmatolepis glabra lepta in Abhängigkeit vom säureunlöslichen Rückstand

Palmatolepis glabra lepta würde in das SEDDON & SWEET - Schema passen, wenn die Untergrenze des Lebensbereiches schon unterschritten wäre. Streng angewandt könnte das strikt laterale Verteilungsmodell nicht zutreffen (siehe oben), nimmt man aber eine Durchmischung der lateralen Lebensräume an, so ist der Kurvenverlauf erklärbar.

Die vorgelegten Ergebnisse können sicher noch keinen Anspruch darauf erheben repräsentativ zu sein. Sie zeigen jedoch, daß es sinnvoll ist, nicht nur Conodonten Gattungen mit Fazieskriterien zu korrelieren, sondern auch die davon abweichende Verteilung einzelner Arten.

5.2.2. Korrelation mit geochemischen Parametern

Die Korrelation der Conodontenfrequenzen mit Rückstandswerten als Faziesparameter weist in einigen Bereichen noch sehr breite Konfidenzintervalle auf.
Es sollte daher versucht werden, andere Parameter heranzuziehen. Nach Untersuchungen in rezenten (HARTMANN 1964) und fossilen Bereichen (BUGGISCH 1972, TUCKER 1973, FRANKE 1975) wird das Mangan im jeweiligen Beckentiefsten angereichert.
BUGGISCH hat die Abhängigkeit zwischen Fazies und Mangangehalten in einer Studie der Kellwasserkalke gezeigt (1972: 28, Abb.12). Trotzdem es sich dabei um sehr eng definierte Sedimente handelt, umfassen diese einen nicht geringen Zeitraum (BUGGISCH 1972: 16 *). Die Korrelation Mangangehalt zu Relativlage Becken/Schwelle gilt für beide Kellwasserkalkhorizonte.
BUGGISCH ist der Auffassung, daß es sich bei diesen geringmächtigen Ablagerungen um sehr stark kondensierte Sedimente handelt, denen mehrere Meter Cephalopodenkalk entsprechen können (1972: 41).

Da das Mn vermutlich als Karbonat fixiert wird (siehe hierzu BUGGISCH 1972: 29, 40, FRANKE 1975: 40 ff.), muß bei den hier untersuchten rückstandsreichen Proben das Mn/Karbonat-Verhältnis als Parameter herangezogen werden. Vorläufige Untersuchungen über die Verteilung von Mn beziehungsweise Mn/Karbonat in Abhängigkeit von der Relativlage Becken/Schwelle wurden von FRANKE (1975) referiert. Dabei wurde eine Zunahme des Mn/Karbonat-Verhältnisses in Richtung Becken festgestellt.

* BUGGISCH diskutiert die Altersstellung der beiden Kellwasserkalkhorizonte, deren stratigraphische Einstufung zeitweise umstritten war (siehe auch RABIEN 1954: 185, RABIEN in LIPPERT 1970: 124). Nach seinen eigenen Conodonten-Untersuchungen stuft BUGGISCH den älteren Kellwasserkalkhorizont in den höchsten Teil der Unteren gigas-Zone ein.
Den jüngeren Kellwasserkalkhorizont stuft er in den höchsten Teil der Oberen gigas-Zone ein, wobei in den meisten von ihm untersuchten Profilen die Obergrenze der gigas-Zone mit der höchsten Kellwasserkalk-Bank zusammenfällt. An einigen Stellen reicht die Kellwasserkalk-Fazies auch in die Untere Palmatolepis triangularis-Zone.

Die Abhängigkeiten Mn/Karbonat zu Rückstand und Mn zu Rückstand sind in Abb.19 dargestellt. Die eingezeichnete Regressionsgerade gilt für Mn/Karbonat (geschlossene Kreise) zu Rückstand, die gestrichelten Linien sind deren Vertrauensgrenzen. Der Korrelationskoeffizient für Mn/Karbonat zu Rückstand beträgt r=0,65, was in Anbetracht der vielfältigen Störfaktoren sehr hoch ist.
Die Abbildung umfaßt nur Werte der marginifera-Zone, die für die Conodonten-Korrelationen benutzt wurden.
Wenn man auch Werte der Mittleren bis Oberen velifer-Zone und der Mittleren costatus-Zone mit einbezieht, ist der Korrelationskoeffizient geringfügig niedriger (r=0,58).
Eine deutliche stratigraphische Abhängigkeit der Mittelwerte für Mn/Karbonat für die verschiedenen Conodontenzonen konnte nicht festgestellt werden.

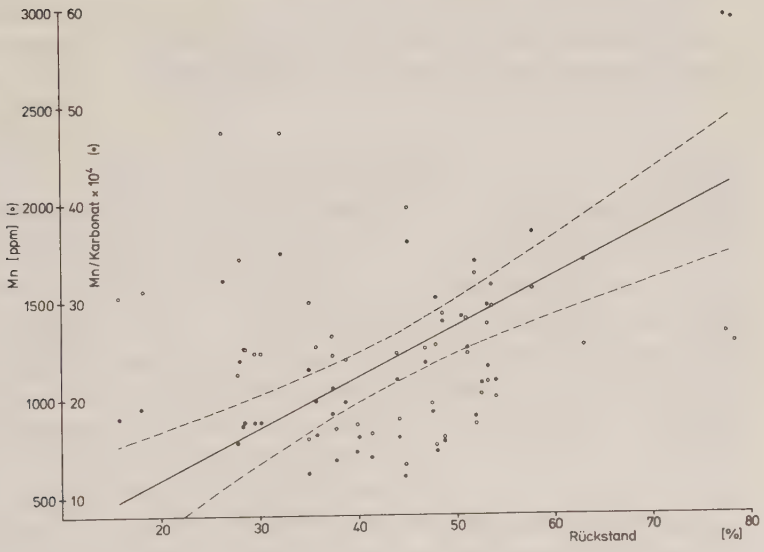


Abb.19 Abhängigkeit Mn (offene Kreise) und Mn/Karbonat (geschlossene Kreise) vom säureunlöslichen Rückstand. Regressionsgerade gilt für Mn/Karbonat zu Rückstand.

a=Palmatolepis p.schindewolfi

b=Palmatolepis m.marginifera

c=Palmatolepis g.gracilis

d=Palmatolepis gl.lepta

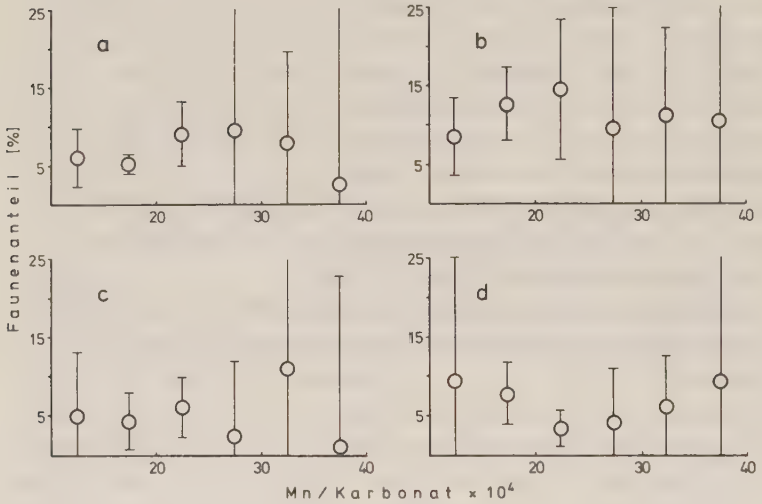


Abb.20 Abhängigkeit Faunenanteil von Mn/Karbonat

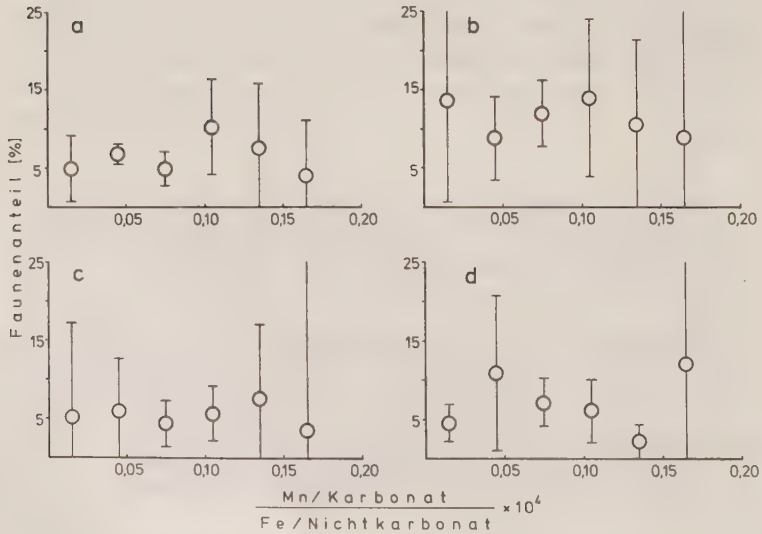


Abb.21 Abhängigkeit Faunenanteil von Mn/Karbonat zu Fe/Nichtkarbonat

Zone	Probenzahl	Mittelwert	Standardabweichung
marginifera-Zone	45	23,62	10,34
Mittlere bis Obere velifer-Zone	18	21,40	9,79
Mittlere costatus-Zone	19	23,81	9,49

Nach Angaben von FRANKE (1975: 41) steigt auch das Verhältnis Mn/Karbonat zu Fe/Nichtkarbonat beckenwärts an. Da der größte Teil des Fe an den Nichtkarbonatanteil der Proben gebunden ist, wurde das Fe/Nichtkarbonatverhältnis errechnet.

Mit beiden oben besprochenen Parametern (Mn/Karbonat und Mn/Karbonat zu Fe/Nichtkarbonat) wurden die prozentualen Häufigkeiten der folgenden Conodontenarten korreliert: Palmatolepis perlobata schindewolfi, Palmatolepis marginifera marginifera, Palmatolepis gracilis gracilis und Palmatolepis glabra lepta. Für die jeweiligen Faziesparameter wurden Klassen gebildet und dafür die Mittelwerte (Kreise) und deren Vertrauensgrenzen (senkrechte Linien) der Faunenanteile errechnet.
In Abb. 20 ist die Abhängigkeit Faunenanteil und Mn/Karbonat dargestellt. Die Vertrauensbereiche sind zum Teil sehr groß. Trends, die denen der Korrelation Faunenanteil zu Rückstand entsprechen sind nicht zu erkennen. Eindeutige Korrelationen ergeben sich nicht.

Die Verteilung von Palmatolepis perlobata schindewolfi (Abb.20 a) und Palmatolepis gracilis gracilis (Abb. 20 c) widersprechen nicht den mit Rückstandskorrelation gefundenen Verteilungen; allerdings ergibt sich auch keine Verbesserung (siehe Abb. 15). Die aufgrund der breiten Vertrauensbereiche nur mit Vorbehalt eingezeichnete Verteilung für Palmatolepis marginifera marginifera (Abb. 17) kann weder bestätigt noch widerlegt werden.
Bei Palmatolepis glabra lepta ergibt sich, wenn man die Vertrauensgrenzen unberücksichtigt läßt, eine gegensätzliche Verteilung der Mittelwerte.
In Abb. 21 sind die Abhängigkeiten Faunenanteile und Mn/Karbonat

zu Fe/Nichtkarbonat dargestellt. Bei dieser Korrelation ergeben sich keine deutlichen Abhängigkeiten.

Zusammenfassend kann zu diesen Korrelationen gesagt werden:

1. Es ergibt sich keine Übereinstimmung zwischen den drei angewandten Korrelationsmethoden, die alle drei die Relativlage Becken/Schwelle als Faziesmaßzahl beinhalten sollen.
2. Bei den beiden Conodontenformen mit kontinuierlichem Verteilungsverlauf der Rückstandskorrelation (Palmatolepis perlobata schindewolfi und Palmatolepis gracilis gracilis) ist nach der Verteilung der Mittelwerte unter Berücksichtigung der Vertrauensgrenzen bei der Korrelation Faunenanteil zu Mn/Karbonat ein gleicher Verlauf denkbar.
3. Bei den Formen Palmatolepis marginifera marginifera und Palmatolepis glabra lepta verlaufen die möglichen Verteilungen bei den angewandten Methoden unterschiedlich.

Die Methode der Rückstandskorrelation lieferte, zumindest bei Palmatolepis perlobata schindewolfi recht eindeutige Verteilungsabhängigkeiten, die sich statistisch belegen lassen.
Die starken Unterschiede, die bei einigen Formen in den Verteilungen verschiedener Korrelationsmethoden auftreten, beruhen wahrscheinlich auf den zur Atomabsorption benutzten kleinen Probenmengen, die nicht repräsentativ sind.
Da zur Rückstandskorrelation die etwa 500fache Probenmenge benutzt wurde, wird diese Methode hier bevorzugt.

6. Methodik

6.1. Geochemie

6.1.1. Bestimmung der Eisen- und Mangangehalte

Die Eisen- und Mangangehalte wurden an 116 Proben aus unterschiedlichen stratigraphischen Niveaus bestimmt. Die Bestimmung erfolgte sowohl relativ, als auch absolut. Aus technischen Gründen konnte zuerst nur eine relative Bestimmung der Eisen- und Mangangehalte erfolgen. Diese relativen Bestimmungen wurden an Pulver mit Hilfe der Röntgenfluoreszenzspektroskopie durchgeführt. Da in dieser Phase der Untersuchungen nur eine relative Bestimmung der Anteile vorgenommen werden sollte, konnte auf die Erstellung von Eichkurven mittels Gesteins-Standards verzichtet werden.
Als Maß für den Anteil der jeweiligen Elemente wurde als vereinfachtes Flächenintegral das Produkt aus Halbwertsbreite und Höhe des Peaks errechnet. Die so ermittelten Werte wurden an einem der Probe beigegebenen internen Standard orientiert. Als Standardsubstanz wurde für die vorliegenden Untersuchungen MoO_3 gewählt.

Zu jeweils 0,4g Probenpulver wurden 0,02g MoO_3 eingewogen. Diese Probe wurde dann in einen Kunststoffring eingepreßt und gemessen. Um den Aufbereitungs- und Meßfehler möglichst klein zu halten wurden zwei Probenaufbereitungen hergestellt und aus beiden Werten der Mittelwert gebildet.
Verteilungsunregelmäßigkeiten in der Probe werden ausgeglichen, da die Probe während der Messung rotiert.
Zur Messung wurden die Peaks folgender 2Θ gebraucht:

Mn $62{,}9^{o}$
Fe $57{,}6^{o}$
Mo $18{,}0^{o}$

Das errechnete vereinfachte Integral wurde für Mo gleich 100 gesetzt. An diesem Wert wurden dann die anderen Werte orientiert.

Die Röntgenfluoreszenzmessungen in dieser Art haben den Nachteil, daß nur relative Aussagen gemacht werden können. Durch die Anschaffung einer Mn-Hohlkathodenlampe für die Atomabsorption war die Möglichkeit absoluter Messungen gegeben.

Dazu wurden etwa 0,1g Probenpulver gelöst und im Atomabsorptionsspektrometer (Pye Unicam 1900) gegen Standardlösungen gemessen. Mangan wird durch Salzsäure fast völlig in Lösung überführt (BUGGISCH 1972), was allerdings nicht für Eisen zutrifft.
Da der Gesamteisenanteil ebenfalls gemessen werden sollte, wurden die Proben in Flußsäure gelöst. Auf einen Flußsäure/Schwefelsäure-Aufschluß wurde verzichtet, da auch in reiner Flußsäure die Probe bei Erhitzen in Lösung ging.
Dabei fällt allerdings das Ca als CaF_2 aus und kann nicht gemessen werden.
Etwa 0,1g Probensubstanz wurden in Kunststoffgefäße eingewogen, etwa 3ml HF (40%ig) zugegeben und erhitzt, bis die Flußsäure völlig eingedampft war. Der Rückstand wurde mit 5ml 25%iger Salzsäure aufgenommen und nochmals erhitzt. Anschließend wurde durch Blaubandfilter abfiltriert und mit heißem bidestilliertem Wasser mehr-

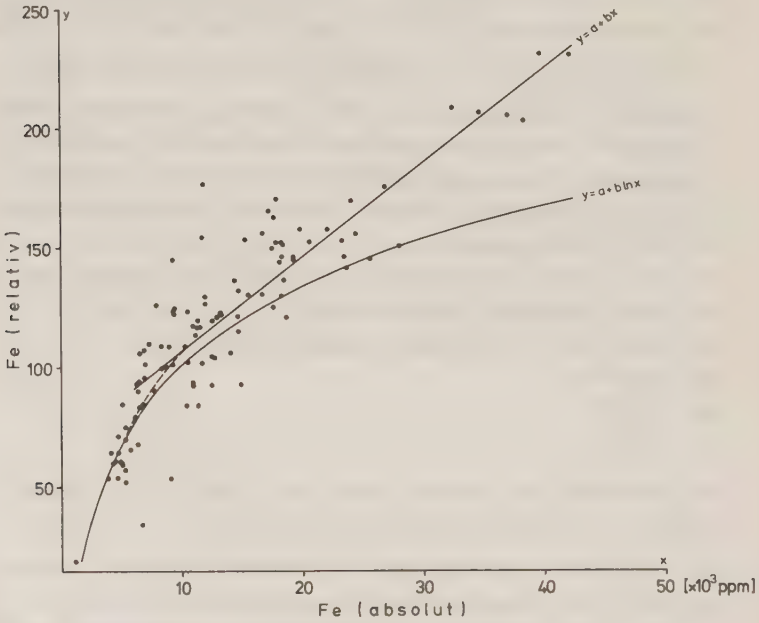


Abb.22 Abhängigkeit Fe(absolut)-Atomabsorption zu Fe(relativ)-Röntgenfluoreszenz.

fach nachgewaschen. Daß das Eisen in Lösung geht, läßt sich deutlich an der Entfärbung von oft tiefrot gefärbter Probensubstanz erkennen.

Da von einer größeren Probenzahl Röntgenfluoreszenz- und Atomabsorptionsmessungen zur Verfügung stehen, soll hier ein Vergleich der beiden Methoden vorgenommen werden.
Die Messung mit Hilfe der Atomabsorption ist sicher wesentlich exakter. Die Messung kann immer mit der Standardlösung verglichen werden; es wurden mehrere Kontrollmeßreihen durchgeführt, auch mit jeweils neu angesetzter Standardlösung, die eine sehr gute Übereinstimmung ergaben.
Andererseits gibt es sicher analytische Probleme, die mit Hilfe relativer Bestimmungen gelöst werden können, und bei denen der zur Atomabsorptionsmessung nötige Lösungsvorgang größere Schwierigkeiten bereiten würde. Eine kritische Betrachtung der Meßmethoden erschien daher sinnvoll.
Um ein Maß für die Übereinstimmung der Ergebnisse von Röntgenfluoreszenz- und Atomabsorptionsmessungen zu bekommen, wurde für die jeweiligen Werte der Korrelationskoeffizient berechnet. Gleichzeitig kann der Korrelationskoeffizient Aufschluß darüber geben, ob mit dem vereinfachten Flächenintegral "Halbwertsbreite x Höhe" gearbeitet werden muß, oder ob eventuell die Peakhöhe alleine ausreicht.

Werden bei E i s e n nur die Peakhöhen als Meßgröße herangezogen, ergibt sich eine geringere Übereinstimmung zwischen Atomabsorption und Röntgenfluoreszenz als bei der Auswertung mit Halbwertsbreite x Höhe.
Die Abhängigkeit ist nicht über den gesamten untersuchten Bereich linear, sondern folgt bei kleineren Konzentrationen einem mehr oder weniger logarithmischen Kurvenverlauf ($y=a+b\ln x$).
In Abb. 22 ist die Kombination beider Kurven- beziehungsweise Geradentypen dargestellt.
Der Korrelationskoeffizient ist $r=0{,}84$ (lin.), bzw. 0,89 (log.) *.

* Man beachte, daß der Sollwert für den Korrelationskoeffizienten bei völliger Übereinstimmung 1 bzw. -1 betragen muß; es geht hier nicht darum, festzustellen, daß eine Korrelation vorliegt, sondern nur darum, festzustellen, wie gut die Anpassung ist.

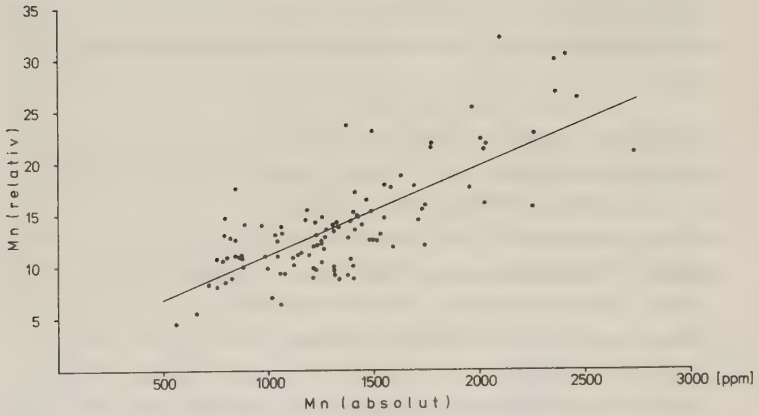


Abb.23 Abhängigkeit Mn(absolut)-Atomabsorption zu Mn(relativ)-Röntgenfluoreszenz. Röntgenfluoreszenz-Auswertung mit "Halbwertsbreite x Höhe"

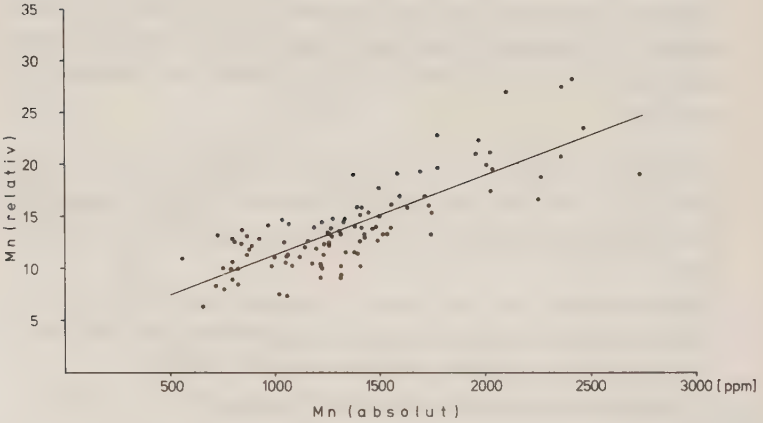


Abb.24 Abhängigkeit Mn(absolut)-Atomabsorption zu Mn(relativ)-Röntgenfluoreszenz. Röntgenfluoreszenz-Auswertung nur mit Peakhöhe

Bei M a n g a n ergibt sich bei der reinen Peakhöhen-Auswertung eine bessere Korrelation mit den absoluten Werten, als bei der Methode "Halbwertsbreite x Höhe".
Der Korrelationskoeffizient beträgt beim ersten Verfahren r=0,85 und beim zweiten r=0,81. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, daß es bei diesen kleinen Mangan-Peaks, bedingt durch niedrige Konzentrationen, sehr schwierig ist, die Peakbreite genau zu bestimmen (relativ starke Schwankungen), die Peakhöhe dagegen recht gut zu ermitteln ist. Allerdings sind die Anpassungsunterschiede zwischen beiden Methoden recht gering.
In den Abbildungen 23 und 24 sind die Verteilungen und Regressionsgeraden für beide Verfahren dargestellt.

Die Röntgenfluoreszenz gibt also einen guten relativen Überblick über die Elementanteile, sehr feine Konzentrationsunterschiede lassen sich jedoch nicht so einfach ermitteln. In den meisten Fällen dürfte die Atomabsorptionsmethode vorzuziehen sein.

6.1.2. Karbonatgehalte

Die Bestimmung der Karbonatgehalte erfolgte durch Ermittlung der Menge des säureunlöslichen Rückstandes.
Da die bankinterne Variation, besonders in leicht knolligen Kalken und Flaserkalken hoch ist, und die Conodontenproben, die auch mit diesen Werten korreliert werden sollen jeweils die gesamte Bank repräsentieren, wurden möglichst große Probenmengen aufbereitet, das heißt eine größere Probenmenge wurde zerkleinert und dann die Bestimmung mit 50g Probensubstanz durchgeführt. Zum Lösen wurde Monochloressigsäure benutzt. Um nach dem Lösungsvorgang die reine unlösliche Substanz bestimmen zu können, wurden die Proben abfiltriert und mehrfach nachgewaschen. Kontrollbestimmungen erbrachten gute Übereinstimmung.

6.2. Statistische Methoden

Um Schwankungen der Karbonatgehalte nicht überzubewerten wurden 5%-Rückstandsklassen gebildet und für die Conodontenfrequenzen die Mittelwerte für die jeweiligen Klassen bestimmt. Außerdem wurden die Vertrauensgrenzen der Mittelwerte für 95% berechnet

(siehe MARSAL 1967: 57).
Die Regressionsgeraden wurden mit einem Rechner ermittelt, außerdem der Korrelationskoeffizient r und die 95%-Vertrauensgrenzen für die Regressionsgerade (BOSCH 1976: 179 ff.), die als Konfidenzintervall für den Schätzwert $\hat{y}$ für x_i ermittelt wird.
Um festzustellen, ob die Conodontenfrequenz-Mittelwerte verschiedener Rückstandsklassen signifikant unterschiedlich sind, wurde ein Vergleichstest durchgeführt (t-Test; MARSAL 1967: 64 *), der auch dann noch zuverlässig ist, wenn die Verteilung relativ stark von der Normalverteilung abweicht.

* Es sei hier darauf hingewiesen, daß der Divisor für den auf Seite 64 in MARSAL 1967 dargestellten "Fall 3" einen Druckfehler beinhaltet: Er muß richtig lauten $N_I + N_{II} - 2$ und nicht $N_I + N_{II}{}^{-2}$.

7. Zusammenfassung

Die oberdevonisch-unterkarbonische Schichtenfolge des Nordteiles von Mbl.4613 Balve am Ostende des Remscheid-Altenaer-Sattels wird beschrieben.

Das gesamte Arbeitsgebiet wurde neu kartiert, wobei stratigraphische Einstufungen meist nach Conodonten vorgenommen werden konnten.

Aufbauend auf detaillierte Profilaufnahmen und genaue Datierungen wurden räumliche und zeitliche Verbreitung einer oberdevonisch-unterkarbonischen Schichtlücke untersucht.
Die paläogeographisch-fazielle Entwicklung der bearbeiteten Schichtenfolge wird beschrieben und die Entstehungsmöglichkeiten der Schichtlücke diskutiert.
Es wird eine sekundäre Entstehung der Schichtlücke angenommen, da die stark zeitungleiche Untergrenze auf Erosion hindeutet. Da Erosionsprodukte in der Umgebung des Arbeitsgebietes fehlen und auch keine umgelagerten Conodonten beobachtet wurden, fand die Erosion vermutlich mehr oder weniger synsedimentär durch Karbonatlösung und Wegführung des Rückstandes statt.

Untersuchungen über die Verbreitung einiger Conodontenformen der marginifera-Zone deuten auf eine Abhängigkeit dieser Organismen von der Relativlage Schwelle - Becken hin.
Die ermittelten Verteilungen werden mit Modellen zur Conodontenökologie aus der Literatur verglichen.

Eine Korrelation der Conodontenfrequenzen mit geochemischen Parametern zeigte keine erkennbare Abhängigkeit.

8. Literatur

ALBERTI, H.; GROOS-UFFENORDE, H.; STREEL, M.; UFFENORDE, H. & WALLISER, O.H. (1974): The stratigraphical significance of the Protognathodus fauna from Stockum (Devonian/Carboniferous boundary, Rhenish Schiefergebirge).- Newsl.Stratigr. 3,4: 263-276, 2 Abb., Leiden.

BÄR, P. (1966): Stratigraphie, Fazies und Tektonik am Briloner Massenkalk-Sattel (Ostsauerland).- 29 S., 9 Abb., 3 Taf., 1 Kte., Dissertation, Gießen.

- (1968): Die ober-devonisch/unter-karbonische Schichtlücke über dem Massenkalk des Briloner und Messinghäuser Sattels (Ostsauerland).- N.Jb.Geol.Paläont.Abh.131,3: 263-288, 2 Abb., 3 Tab., Taf.16-18, Stuttgart.

BARNES, C.R. & FAHRAEUS, L.E. (1975): Provinces, communities, and the proposed nectobenthic habit of Ordovician conodontophorids.- Lethaia 8,2: 133-149, 5 Abb., Oslo.

BJØRLYKKE, K. (1973): Origin of limestone nodules in the lower paleozoic of the Oslo region.- Norsk Geol.Tidsskrift 53: 419-431, 9 Abb., Oslo.

BORN, A. (1925): Gefügestudien an Gesteinen des variskischen Gebirges.- N.Jb.Mineral.Abt.B 52: 123-161, 15 Abb., Stuttgart.

BOSCH, K. (1976): Angewandte mathematische Statistik.- 210 S., zahlreiche Abb. und Tab., Hamburg (Rowohlt-vieweg).

BUGGISCH, W. (1972): Zur Geologie und Geochemie der Kellwasserkalke und ihrer begleitenden Sedimente (Unteres Oberdevon).- Abh.hess.L.-Amt Bodenforsch. 62: 68 S., 19 Abb., 6 Tab., 13 Taf., Wiesbaden.

DAVIS, W.E.,Jr. (1975): Significance of conodont distribution in the Tully Limestone (Devonian), New York state.- J.Paleont. 49,6: 1097-1104, 5 Abb., Tulsa/Okla.

DENCKMANN, A. (1901a): Ueber das Oberdevon auf Blatt Balve (Sauerland).- Jb.kgl.preuß.geol.L.-A. für 1900, XXI: I - IXX, Berlin.

- (1901b): Der geologische Bau des Kellerwaldes. Kurze Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte des Kellerwaldes 1:100000.- Abh.kgl.preuß.geol.L.-A., N.F. 34: 88 S., 1 Tab., 3 Taf., Berlin.

- (1905): Mitteldevon, Oberdevon und Culm des Sauerlandes, Blatt Balve.- Jb.kgl.preuß.geol.L.-A. u.Bergakad. für 1902, XXIII: 556-596, Berlin.

DORNSIEPEN, U. (1973): Die Geologie des Massenkalkes von Balve (Ostrheinisches Schiefergebirge).- 63 S., 17 Abb., 1 Kte., Diplomarbeit Braunschweig.

DRUCE, E.C. (1970): Upper paleozoic conodont distribution.- Abstr.Progr.4th Ann.Meet.GSA, North-Centr.Sec.: 386.

- (1973): Upper paleozoic and Triassic conodont distribution and the recognition of biofacies.- Geol.Soc.Amer.Spec. Pap. 141: 191-237, 1 Abb., 2 Tab., Boulder/Colo.

EDER, F.W. (1971): Riff-nahe detritische Kalke bei Balve im Rheinischen Schiefergebirge (Mittel-Devon, Garbecker Kalk).- Göttinger Arb.Geol.Paläont. 10: 66 S., 14 Abb., 6 Tab., 5 Taf., Göttingen.

EICKHOFF, G. (1973): Das hohe Oberdevon und tiefe Unterkarbon im Bahneinschnitt Oberrödinghausen bei Menden (Rheinisches Schiefergebirge).- C.R.7.Congr.Strat.Geol.Carb., Krefeld 1971, II: 417-440, 1 Abb., 3 Tab., 4 Taf., Krefeld.

FALKE, H. (1949): Zur Entstehung der oberdevonischen Knollen- und Flaserkalke.- Geol.Rdsch. 37: 88-90, Stuttgart.

FRANKE, W. (1973): Fazies, Bau und Entwicklungsgeschichte des Iberger Riffes (Mitteldevon bis Unterkarbon III, NW-Harz, W-Deutschland).- Geol.Jb. A11: 127 S., 15 Abb., 8 Tab., 9 Taf., Hannover.

- (1975): Sedimentchemische und palökologische Analyse stabiler Schwellen.- SFB 48-Forschungsbericht, A: 31-50, 6 Abb., Göttingen (unveröffentlicht).

GRÖNDEL, J. & RÖSLER, H.J. (1963): Zur Entstehung der oberdevonischen Kalkknollengesteine Thüringens.- Geologie 12: 1009-1038, 23 Abb., 5 Tab., Berlin.

GREILING, L. (1967): Die Entstehung von Knollenkalken in eu- und miogeosynklinalen Gebieten.- Geol.Rdsch. 56: 336-340, Stuttgart.

GWOSDZ, W. (1972): Stratigraphie, Fazies und Paläogeographie des Oberdevons und Unterkarbons im Bereich des Attendorn-Elsper Riffkomplexes (Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge).- Geol.Jb. A2: 71 S., 23 Abb., 5 Tab., 1 Taf., Hannover.

HALLAM, A. (1964): Origin of the limestone - shale rhythm in the Blue Lias of England: A composite theory.- J.Geol. 72: 157-169, 6 Abb., 1 Tab., Chicago.

HOLLMANN, R. (1962): Über Subsolution und die Knollenkalke des Calcaire Ammonitico Rosso Superiore im Monte Baldo (Malm, Norditalien).- N.Jb. Geol.Paläont.Mh. 1962: 163-179, 8 Abb., Stuttgart.

HOLLMANN, R. (1964): Subsolutions-Fragmente (zur Biostrationomie der Ammonoidea im Malm des Monte Baldo/Norditalien).- N.Jb.Geol.Paläont.Abh. 119: 22-82, Stuttgart.

HOUSE, M. & ZIEGLER, W. (1977): The Goniatite and Conodont sequences in the early Upper Devonian at Adorf, Germany.- Geologica et Palaeontologica 11: 69-108, 4 Abb., 6 Taf., Marburg.

JENKYNS, H.C. (1974): Origin of red nodular limestones (Ammonitico Rosso, Knollenkalk) in the Mediterranean Jurassic: a diagenetic model.- Spec.Publ.int.Ass.Sediment. 1: 249-271, 8 Abb., Oxford.

KOCH, M.; LEUTERITZ, K. & ZIEGLER, W. (1970): Alter, Fazies und Paläogeographie der Oberdevon/Unterkarbon-Schichtenfolge an der Seiler bei Iserlohn. Ergebnisse von Schurfarbeiten.- Fortschr.Geol.Rheinld.u.Westf. 17: 679-732, 10 Taf., 3 Abb., 3Tab., Krefeld.

KREBS, W. (1964): Zur faziellen Deutung von Conodonten-Mischfaunen.- Senck.leth. 45: 245-284, 2 Abb., 2 Tab., Frankfurt.

- (1966): Der Bau des oberdevonischen Langenaubach-Breitscheider Riffs und seine weitere Entwicklung im Unterkarbon (Rheinisches Schiefergebirge).- Abh.senck.naturf.Ges. 511: 105 S., 18 Abb., 3 Tab., 13 Taf., Frankfurt.

KRONBERG, P.; PILGER, A.; SCHERP, A. & ZIEGLER, W. (1960): Spuren altvariscischer Bewegungen im nordöstlichen Teil des Rheinischen Schiefergebirges.- Fortschr.Geol.Rheinld.u. Westf. 3,1: 1 -46, 13 Abb., 3 Tab., 7 Taf., Krefeld.

KUKAL, Z. (1975): On the origin of nodular limestones.- Casopis mineral.geol. 20,4: 359-368, 4 Abb., 3 Tab., 6 Taf., Prag.

MARSAL, D. (1967): Statistische Methoden für Erdwissenschaftler.- 152 S., 40 Abb., 7 Tab., Stuttgart (Schweizerbart).

MEISCHNER, D. (1962): Rhenaer Kalk und Posidonienkalk im Kulm des nordöstlichen Rheinischen Schiefergebirges und der Kohlenkalk von Schreufa (Eder).- Abh.hess.L.-Amt Bodenforsch. 39: 47 S., 15 Abb., 2 Tab., 7 Taf., Wiesbaden.

- (1964): Allodapische Kalke, Turbidite in Riff-nahen Sedimentationsbecken.- Dev.Sediment. 3: 156-191, 5 Abb., 3 Taf., Amsterdam (Elsevier).

- (1970): Conodonten-Chronologie des deutschen Karbons.- C.R.6.Congr.Strat.Geol.Carb., Sheffield 1967, 3: 1169-1180, 3 Abb., Maestricht,

NOBLE, J.P.A. & HOWELLS, K.D.M. (1974): Early marine lithification of the nodular limestones in the Silurian of New Brunswick.-

Sedimentology 21: 597-609, 5 Abb., 1 Tab., Oxford.

PAECKELMANN, W. (1922): Zur Stratigraphie des Sauerländischen Oberdevons.- Z.deutsch.geol.Ges. 73 (für 1921)Mbr: 40-46, Berlin.

- (1924): Das Devon und Carbon der Umgebung von Balve i. Westf..- Jb.preuß.geol.L.-A. für 1923, 44: 51-97, Taf. 4, 5, Berlin.

- (1932): Ueber den Nachweis der Wocklumeria-Zone im Oberdevon des Bergischen Landes.- Ber.d.niederrhein.geol.Vereinig. 1930/31: 96-100, 1 Abb., Bonn.

- (1938): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preussen und benachbarten deutschen Ländern 1:25000, Bl. 4613 Balve, 70 S., 7 Abb., 10 Tab., Berlin.

RABIEN, A. (1954): Zur Taxionomie und Chronologie der Oberdevonischen Ostracoden.- Abh.hess.L.-Amt Bodenforsch. 9: 268 S., 7 Abb., 4 Tab., 5 Taf., Wiesbaden.

- (1956): Die stratigraphische Deceutung der oberdevonischen Ostracoden.- Z.deutsch.geol.Ges. 106: 217-226, 2 Abb., Hannover.

- (1956): Zur Stratigraphie und Fazies des Ober-Devons in der Waldecker Hauptmulde.- Abh.hess.L.-Amt Bodenforsch. 16: 83 S., 2 Abb., 2 Tab., 3 Taf., Wiesbaden.

RAITH, M. (1968): Vorläufige Mitteilung über Ungerella-Formen (Ostracoda) aus der Nehden-Stufe (Oberdevon) des Schaumbergprofils bei Östrich im Sauerland (Rhein. Schiefergebirge).- N.Jb.Geol.Paläont.Mh.1968: 481-495, 28 Abb., Stuttgart.

REICHSTEIN, M. (1960): Beitrag zum Sedimentationsverlauf vom Oberdevon bis zum Unterkarbon im Inneren des Elbingeröder Komplexes (Harz).- Geologie 9: 656-662, 4 Abb., Berlin.

SANDBERG, C.A. (1976): Conodont biofacies of late Devonian Polygnathus styriacus-Zone in western United States.- Geol.Ass.Canada Spec.Pap. 15: 171-186, 2 Abb., 2 Tab., Waterloo.

SCHÄFER, W. (1973): Zur Stratigraphie und Paläogeographie von Oberdevon und Unterkarbon am Ostende des Remscheid-Altenaer-Sattels.- 96 S., 35 Abb., 2 Tab., 2 Taf., Diplomarbeit, Marburg.

- (1975): Eine oberdevonisch-unterkarbonische Schichtlücke im Bereich des Balver Riffgebietes (Rheinisches Schiefergebirge).- N.Jb.Geol.Paläont.Mh.1975: 228-241, 4 Abb., Stuttgart.

SCHÄFER, W. (1976): Einige neue Conodonten aus dem höheren Oberdevon des Sauerlandes (Rheinisches Schiefergebirge).- Geologica et Palaeontologica 10: 141-152, 3 Abb., 1 Taf., Marburg.

- (1977): Faziesabhängigkeit einiger oberdevonischer Conodonten.- Nachr.dt.geol.Ges. 17: 71, (Kurzfassung, Vortrag Geotagung Göttingen 1977).

SCHEMANN, H.-H. (o.J.): Zur Stockwerkstektonik am Ostende des Remscheid-Altenaer-Sattels.-

SCHINDEWOLF, O.H. (1926): Zur Kenntnis der Devon-Karbon-Grenze in Deutschland.- Z.deutsch.geol.Ges. 78: 88-133, 5 Abb., 1 Taf., Berlin.

- (1937): Zur Stratigraphie und Paläontologie der Wocklumer Schichten (Oberdevon).- Abh.preuß.geol.L.-A., N.F. 178: 132 S., 27 Abb., 4 Taf., Berlin.

SCHMIDT, H. (1923): Zur Stratigraphie des Unterkarbon.- Cbl. Mineral., Geol., Paläontol., 1923: 741-746, Stuttgart.

- (1924): Zwei Cephalopodenfaunen an der Devon-Carbongrenze im Sauerland.- Jb.preuß.geol.L.-A. 44: 98-171, 6 Abb., Taf.6-8, Berlin.

- (1958): Lexique stratigraphique 5b1, Allemagne, Devonien.

- (1972): Balvium: Neuer Name für Unterkarbon I.- C.R.7. Congr.Strat,Geol.Carb. Krefeld 1971, I: 205-207, Krefeld.

SCHORGER, K. (1964): Zur Geologie des Massenkalkes an der Hönne (Westf.) unter besonderer Berücksichtigung der Faziesbilder.- Decheniana 117: 1-32, 10 Abb., 6 Tab., Bonn.

SEDDON, G. (1970): Devonian conodont biofacies in the Canning Basin, Western Australia.- Abstr.Progr.4th Ann.Meet., North.Centr.Sec.GSA: 404-405, Boulder/Colo.

SEDDON, G. & SWEET, W.C. (1971): An ecologic model for conodonts.- J.Paleont. 45: 869-880, 3 Abb., Tulsa/Okla.

STASCHEN, D. (1968): Zur Geologie des Warsteiner und Belecker Sattels (Rheinisches Schiefergebirge, Deutschland).- Münster.Forsch.Geol.Paläont. 5: 119 S., Münster.

TUCKER, M.E. (1973): Sedimentology and diagenesis of Devonian pelagic limestones (Cephalopodenkalk) and associated sediments of the Rhenohercynian Geosyncline, West Germany.- N.Jb.Geol.Paläont.Abh. 142: 320-350, 24 Abb., 1 Tab., Stuttgart.

- (1974): Sedimentology of Paleozoic pelagic Limestones:

the Devonian Griotte (Southern France) and Cephalopodenkalk (Germany).- Spec.Publ.int.Ass.Sediment. 1: 71-92, 18 Abb., Oxford.

UFFENORDE, H. (1976): Zur Entwicklung des Warsteiner Karbonat-Komplexes im Oberdevon und Unterkarbon (Nördliches Rheinisches Schiefergebirge).- N.Jb.Geol.Paläont.Abh. 152: 75-111, 7 Abb., Stuttgart.

VOGES, A. (1959): Conodonten aus dem Unterkarbon I und II (Gattendorfia- und Pericyclus-Stufe) des Sauerlandes.- Paläont.Z. 33: 266-314, Taf. 33-35, 5 Abb., 1 Tab., Stuttgart.

- (1960): Die Bedeutung der Conodonten für die Stratigraphie des Unterkarbons I und II (Gattendorfia- und Pericyclus-Stufe) im Sauerland.- Fortschr.Geol.Rheinld.u.Westf. 3: 197-228, 5 Abb., 5 Tab., Krefeld.

VÖHRINGER, E. (1960): Die Goniatiten der unterkarbonischen Gattendorfia-Stufe im Hönnetal (Sauerland).- Fortschr. Geol.Rheinld.u.Westf. 3: 107-196, 53 Abb., 1 Tab., 7 Taf., Krefeld.

VOIGT, R. (1968): Schichtenfolge und Tektonik des Remscheid-Altenaer Großsattels (Rheinisches Schiefergebirge).- Geol.Mitt. 8: 143-216, 18 Abb., 3 Tab., 3 Taf., Aachen.

WEBER, P. (1965): Bildung und Regelung von Kalkknollengefügen.- Decheniana 118: 55-84, 47 Abb., Bonn.

WEDDIGE, K. & ZIEGLER, W. (1976): The significance of Icriodus: Polygnathus ratios in limestones from the type Eifelian, Germany.- Geol.Ass.Canada, Spec.Pap. 15: 187-199, 6 Abb., 1 Tab., Waterloo.

ZIEGLER, W. (1959): Manuskript-Profilaufnahme des Hönnetal-Straßenprofils.-

- (1962): Taxionomie und Phylogenie oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung.- Abh.hess.L.-Amt Bodenforsch. 38: 166 S., 18 Abb., 11 Tab., 14 Taf., Wiesbaden.

- (1969): Eine neue Conodontenfauna aus dem höchsten Oberdevon.- Fortschr.Geol.Rheinld.u.Westf. 17: 343-360, 4 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Krefeld.

- (1971a): Conodont Stratigraphy of the European Devonian.- Geol.Soc.Amer.Spec.Mem. 127: 227-284, 3 Abb, 6 Tab., Boulder/Colo.

- (1971b): A Field Trip Guidebook to Rhenish Slate Mountains and Hartz Mountains.- 47 S., 26 Abb., Marburg.

9. Anhang

9.1. Tabellen

Tabelle 1. Conodontenfrequenzen von Faunen der marginifera-Zone

Probe	9/A	9/B	10/1	10/2	10/10	10/13	10/16	15/2	15/5
Pa.glabra acuta	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pa.gl.distorta	7	19	3	13	1	-	-	6	8
Pa.gl.lepta	9	40	31	4	12	4	12	5	4
Pa.gl.pectinata	25	3	11	26	18	8	11	-	2
Pa.gl.prima	79	23	26	9	102	30	8	4	8
Pa.gracilis gracilis	23	4	-	-	6	-	2	-	6
Pa.klapperi	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pa.marginifera duplicata	-	-	-	-	1	5	-	17	-
Pa.m.marginifera	48	9	24	30	9	9	-	11	9
Pa.minuta minuta	10	1	10	10	4	2	6	3	1
Pa.minuta schleizia	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Pa.perlobata schindewolfi	8	11	6	2	15	1	4	15	10
Pa.quadrantinodosa inflexa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pa.q.inflexoidea	22	-	2	2	25	6	7	2	1
Pa.q.quadrantinodosa	-	-	-	1	-	3	2	3	-
Pa.rhomboidea	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pa.rugosa grossi	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pa.stoppeli	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pa.sp.	-	2	1	3	5	10	5	-	2
Po.fallax	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Po.communis communis	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Po.glaber bilobatus	-	-	-	-	1	-	-	6	7
Po.gl.glaber	14	4	4	10	9	3	6	1	-
Po.gl.medius	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Po.lagowiensis	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Po.nodocostatus nodocostatus	3	2	-	-	-	-	-	-	-
Po.nodoundatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Po.normalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Po.perplexus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Po.sp.	3	1	2	2	8	6	2	5	-
Polylophodonta	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Nothognathella	4	-	3	1	-	-	1	1	1
Icriodus	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Spathognathodus	7	17	4	-	5	2	-	1	3
ramiform	65	41	50	22	61	22	16	29	34
Gesamt	330	178	177	136	284	111	85	111	96

Pa.= Palmatolepis

Po.= Polygnathus

15/7	15/9	15/10	17/A	18	19/B	21/A	22	26	28/A	28/B	29/A	29/B	43	44
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	6	1	60	13	7	58	-	131	-	-	8	3	7	47
4	2	5	7	1	11	18	3	6	14	5	7	5	2	6
6	12	4	2	-	19	32	5	45	9	8	35	26	1	6
18	8	11	22	9	24	33	10	35	62	34	44	25	6	6
8	1	5	30	15	11	24	-	21	8	1	9	1	-	9
-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-
21	3	7	23	10	7	16	4	13	21	13	23	7	2	7
-	2	5	1	4	-	12	1	8	-	3	2	2	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	2	3	1	-	2
13	3	3	5	5	7	13	3	18	7	5	12	6	2	7
-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	12	-	-	12	1	1	-	4	13	25	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	4	4	2	3	4	9	4	9	6	4	9	4	-	2
-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	31	1	19	-	-	-	-	-	-
10	11	2	1	2	16	1	2	2	8	7	14	2	5	-
-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
-	-	-	2	-	1	-	-	-	1	-	3	3	-	-
-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	1	-	3	2	-	-	-	-	-	1	-	-
-	-	3	2	-	2	4	2	19	-	-	1	2	-	5
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
2	1	-	2	1	-	2	2	4	-	1	1	1	-	3
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	1	-	33	1	17	17	1	6	4	12	5	2	-	6
30	39	30	56	29	63	45	15	66	36	65	79	22	4	14
130	99	95	249	93	208	319	54	405	183	177	284	113	29	120

Tabelle 1. (Fortsetzung)

Probe	67	70	73	75	114/B	132/1	132/3	144	146/1
Pa.glabra.acuta	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pa.gl.distorta	1	46	-	88	13	35	5	6	-
Pa.gl.lepta	15	7	3	29	10	3	-	-	9
Pa.gl.pectinata	16	-	2	26	13	11	-	1	7
Pa.gl.prima	56	10	14	74	31	10	-	7	13
Pa.gracilis gracilis	1	22	1	3	2	4	1	1	3
Pa.klapperi	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Pa.marginifera duplicata	-	-	1	1	-	-	-	-	-
Pa.m.marginifera	21	15	9	84	19	11	7	1	2
Pa.minuta minuta	2	-	-	19	4	3	-	-	1
Pa.minuta schleizia	-	7	-	3	9	4	-	-	-
Pa.perlobata schindewolfi	6	20	3	23	16	20	3	2	2
Pa.quadrantinodosa inflexa	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Pa.q.inflexoidea	-	-	1	8	31	1	-	-	1
Pa.q.quadrantinodosa	-	-	-	6	2	-	-	-	1
Pa.rhomboidea	-	-	-	-	-	-	1	-	11
Pa.rugosa grossi	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Pa.stoppeli	5	-	-	1	-	-	-	-	-
Pa.sp.	3	4	2	12	8	3	-	-	3
Po.fallax	-	-	-	2	5	-	-	-	1
Po.communis communis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Po.glaber bilobatus	-	5	-	-	-	-	2	2	-
Po.gl.glaber	8	2	1	8	25	24	-	1	3
Po.gl.medius	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Po.lagowiensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Po.nodocostatus nodocostatus	2	-	-	-	2	-	-	1	-
Po.nodoundatus	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Po.normalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Po.perplexus	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Po.sp.	6	11	-	17	12	3	-	-	3
Polylophodonta	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nothognathella	2	-	-	6	3	3	-	-	3
Icriodus	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Spathognathodus	6	6	1	7	5	3	-	1	24
ramiform	31	64	8	73	55	55	4	10	53
Gesamt	181	223	52	490	265	193	24	33	142

146/2	147	153/8	154/A	162/2	171	179	190/B	195	196/A	196/B
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	3	2	90	3	20	-	58	2	1	1
5	4	22	1	11	2	3	-	101	37	2
4	7	3	3	1	3	6	3	52	11	2
35	22	26	27	5	7	3	27	262	85	-
9	5	6	27	1	15	-	3	58	16	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-
23	17	14	8	3	5	3	4	26	17	2
9	5	3	-	1	-	1	1	9	1	-
1	3	-	2	-	2	-	1	1	2	3
15	2	6	10	4	6	-	5	28	11	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	4	-	-	-	-	-	-	81	15	1
-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
-	-	-	-	-	-	-	-	8	1	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	2	4	-	5	1	-	4	10	2	-
-	4	-	-	-	-	-	-	11	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	8	1	5	-	7	-	-	-
35	7	4	3	3	1	2	-	23	13	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	2	-	-	-	-	-	-	3	2	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
1	2	-	4	2	-	1	3	4	12	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	1	2	-	1	-	-	6	2	-
7	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
24	3	2	3	3	2	-	-	25	20	-
39	26	24	36	14	29	2	22	160	64	1
239	118	121	224	57	102	21	138	878	312	17

Tab. 2 Mangan- und Eisengehalte

Probe	Mn(ppm)	Fe(ppm)	Rückstand(%)	Mn/Karbonat x 10^4	Fe/Nichtkarbonat
1/	1218	5356			
1/	1143	14405	43,1	20,1	334,2
1/	1050	10972			
6/K	2253	5730	40,2	37,3	142,5
6/G	786	11700			
9/A	865	6871	52,0	18,0	132,1
9/B	869	9312	39,9	14,5	233,4
10/1	1264	14627	35,7	19,7	409,7
10/2	1252	16696	28,5	17,5	585,8
10/10	1232	19368	29,5	17,5	656,5
10/13	1118	17065	27,8	15,5	613,8
10/16	1042	9393	35,8	16,2	262,4
11/C	2008	18196	39,5	33,2	460,7
15/2	1376	13258	53,2	29,4	249,2
15/4	1518	8381	15,8	18,0	530,4
15/5	1259	11397	63,0	34,0	180,9
15/7	1224	15553	51,1	25,0	304,4
15/9	1556	18390	57,8	36,9	318,2
15/10	1632	14717	51,9	33,9	283,6
17/A	654	6655	44,8	11,9	148,5
17/B	795	9325	29,6	11,3	315,0
18	1463	23790	53,6	31,5	569,1
19/B		6516	40,1		162,5
19/D	1056	12582	34,3	16,1	366,8
19/E	1314	6110	19,9	16,4	307,0
20	1535				
22	1225	14069	43,9	21,8	320,5
26	1402	5114	50,5	28,3	101,3
28/A	969	13211	47,5	18,5	278,1
28/B	1429	16739	48,6	27,8	344,4
28/neu	755	26950	48,0	14,5	561,5
29/A	796	11909	48,8	15,5	244,0

Probe	Mn(ppm)	Fe(ppm)	Rückstand(%)	Mn/Karbonat x 10^4	Fe/Nichtkarbonat
29/B	844	11840	37,8	13,6	313,2
30	1498	5789			
40	1097	10582	21,1	13,4	501,5
41/1	2416	34726			
43	1276	39749	78,4	59,1	507,0
44	1252	22105	46,8	23,5	472,3
45	1230	8948	30,1	17,6	297,3
61	1774	12445	24,3	23,4	512,1
63/1	1599	6458	42,0	27,6	153,8
63/5	1214	6874	23,1	15,8	297,6
63/6	1500	12969	63,7	41,3	203,6
67	797	23396	35,0	12,3	668,5
73	889	24112	44,2	15,9	545,5
74	2035	5300	14,5	23,8	365,5
75	1254	5270	28,4	17,5	185,6
79	877	4689	23,5	11,5	199,5
102	717	7268	29,2	10,1	248,9
114/B	1551	4449	18,3	19,0	243,1
125/I	1744	4643	24,5	23,1	189,5
125/1K	2028	10437	30,9	29,0	337,8
125/II	1159	9238	26,5	15,6	348,6
125/III	4138	5083	20,6	52,1	246,7
125/IV	2735	3878	18,7	33,6	207,4
125/VI	1378	6377	27,0	18,9	236,2
130/2	1409	10433	17,7	17,1	589,4
130/5	1122	9294	25,4	15,0	365,9
131/U	1062	19266	35,5	16,5	542,7
131/O	2102	11390	28,9	29,6	394,1
132/1	998	8233	54,0	21,7	152,5
132/2	849	19860	67,6	26,2	293,8
132/3	1080	11155	53,2	23,1	209,7
133/5	1733	12531	25,3	23,2	495,3
141	1482	17561	29,5	21,0	595,3

Probe	Mn(ppm)	Fe(ppm)	Rückstand(%)	Mn/Karbonat x 10^4	Fe/Nichtkarbonat
144	816	10492	41,4	13,9	253,4
156/1	2363	10918	26,3	32,1	415,1
156/2	1490	6304	35,0	22,9	180,1
147	1714	10202	28,0	22,8	364,4
154/A	1019	8633	52,6	21,5	164,1
154/B	1411	28102	33,3	21,2	843,9
162/1	1188	17807	31,6	17,4	563,5
162/2	1329	11576	77,6	59,3	149,2
162/4	1031	32484	25,7	13,9	1264,0
162/6	1335	6480	21,9	15,2	295,9
162/7	844	1528o	47,7	16,1	320,3
162/8	1392	7650	26,8	19,0	285,5
164	754	18345			
165/A	805	6915	34,4	12,3	201,0
165/B	1331	23539	29,6	18,9	795,3
165/C	1380	10935	17,2	16,7	635,8
166	559		0,7	5,6	
171	1217	24488	37,4	19,4	654,8
172	981	17027	20,4	12,3	834,7
173/3	1311	17657	20,9	16,6	844,8
177/1	1316	6787	21,4	16,7	317,1
177/4	1693	37080	76,8	73,0	482,8
179	1971	17870	45,1	35,9	396,2
184/1	3238	18743	34,0	49,1	551,3
184/2	2021	11970	29,2	28,5	409,9
184/4	1308	18504	43,0	22,9	419,0
184/5	1060	14977	47,1	18,9	318,0
184/7	1748	20675	33,4	26,2	619,0
184/7a	1447	7866	31,7	21,2	248,1
184/10	1179	9087	29,7	16,8	306,0
190/B	1270	18471	47,9	30,2	385,6
194	2263	4731	23,5	29,6	201,3
195	1196	11283	38,7	19,5	291,6
196/A	1312	4880	37,4	21,0	130,5
196/B	2361	11729	32,2	34,8	364,3

9.2. Aufschlußverzeichnis

P 1: r26665 h94285
Weganriß am Hömberg; hell- bis dunkelgraue Flaserkalke mit zwischengeschalteten Schiefern und Kalkknollenlagen. Mittlere bis Obere velifer-Zone.

P 2: r26615 h94800
roter, knolliger, stark toniger Kalk. Hemberg-Stufe.

P 3: r27530 h95410
Klippen im Wald; roter und grüner, stark toniger Knollenkalk. Hemberg-Stufe.

P 4: r26660 h95470
Steinbruch und Straßenanriß S' Ainkhausen; dunkler bituminöser Kalk, sehr hart und splittrig. Teilweise kieselige Schieferzwischenlagen. Kieselkalk-Horizont.

P 5: r26145 h95470
Kleiner Steinbruch N' Ainkhausen; grauer, angewittert hellgrauer Flaserkalk. Obere crepida-Zone.

P 6: r26230 h96290
Großer Steinbruch N' Ainkhausen; Profil siehe auch Abb. 10 D. Im Liegenden aufgeschlossen sind etwa 10m rote Knollenkalke. Der untere Teil kann in die marginifera-Zone eingestuft werden. Die höchsten Kalkbänke wurden in die Mittlere bis Obere velifer-Zone eingestuft. Darüber folgen Kieselschiefer. Die obersten oberdevonischen Kalkbänke sind stark verwittert. Eine bituminöse Kalkbank in den Kieselschiefern wurde in die Scaliognathus anchoralis-Zone eingestuft.

P 7: r26155 h96295
Klippen im Wald, ungefährt 7 - 8m über P 5. Dunkelgrauer, dichter Cephalopodenkalk, marginifera-Zone.

P 8: r26080 h94595
Weganriß. Dünnbankige, blättrige, kieselige Schiefer und dickere, kieselig-kalkige Bänke mit Posidonia becheri und schlecht erhaltenen Cephalopoden. Kieselige Übergangsschichten?

P 9: r24610 h94270
Aufgelassener Steinbruch 600m S' Wettmarsen. Grauer und roter Knollenkalk, stellenweise weniger knollige Partien und Schieferzwischenlagen.
9/A: Untere marginifera-Zone
9/B: Obere marginifera-Zone
Mächtigkeit zwischen beiden Proben etwa 3m.

P 10: r23990 h93540
Kleiner, aufgelassener Bruch NW' der Dasberg-Kuppe. Etwa 2m mächtige, ziemlich eintönige Abfolge schlecht gebankter grauer und rötlich-grauer Knollenkalke. 16 Einzelproben lieferten eine einheitliche Conodontenfauna der Unteren marginifera-Zone.

P 11: r23795 h95710
Steinbruch SE' des Hangenberg. Unten etwa 3m braune bis graubraune, glimmerführende kalkhaltige Sandsteine, dickbankig bis plattig. Darüber graue, sehr fossilreiche Kalke; direkt über den Sandsteinen Probe 11/C: Untere costatus-Zone. 40cm über den Sandsteinen Probe 11/A: Grenzbereich Untere/Mittlere costatus-Zone. Die Untergrenze der Sandsteine ist nicht feststellbar (siehe auch Abb.3).

P 12: r23660 h96090
Steinbruch E' Deinstrop. Stark verwitterte Kieselschiefer; Kieselschiefer-Horizont.

P 13: r24265 h95910
Steinbruch W' Wenningen. Dichte, dunkelgraue bis schwarze bituminöse Kalke; Kulm-Plattenkalk.

P 14: r24920 h95610
Steinbruch N' Wenningen. Dunkle, dichte Kalke. Zwischengeschaltet sind dunkle, weiche Tonschiefer und teilweise kieselige Schiefer; Kulm-Plattenkalk.

P 15: entspricht Profilmetern 150 bis 210 in Profil 41.

P 16: r26765 h94150
Kleiner aufgelassener Bruch. Dunkle, dichte und sehr harte, gradierte Kalke; Kulm-Plattenkalk.

P 17: r26620 h94830
17/A und 17/B aus Klippen im Wald. Hellgraue Knollenkalke mit mergeligen Zwischenlagen.
17/A: Obere marginifera-Zone.
Probe 17/C unterhalb der beiden oben genannten Proben an der Grenze Tonschiefer (Liegend) und Knollenkalk (Hangend) aus roten Knollenkalken. Keine Conodontenfauna.

P 18: r26530 h96880
Straßenböschung. Rötliche bis graue, knollige Kalke. marginifera-Zone.

P 19: r24470 h95010 bis r24185 h95400
Weganriß. Der Profilverlauf entspricht dem des Weges (siehe topographische Karte).

Profilmeter	Liegendes
0	19/A: marginifera-Zone
0 - 50	rote Knollenkalke, schlecht gebankt
50	19/B: Untere marginifera-Zone
50 - 120	graue Knollenkalke, schlecht gebankt
150 - 235	graue Knollenkalke
360 - 380	rote Knollenkalke und Kalkknollenschiefer
380	19/C: marginifera-Zone
405 - 420	rote Knollenkalke und Kalkknollenschiefer
445 - 455	graue Knollenkalke
470	19/D: velifer-Zone
470 - 475	graue, knollige Kalke
530	19/E: Mittlere bis Obere costatus-Zone
530 - 540	graue, fossilreiche crinoidenführende Kalke
585 - 590	schwarze Kieselschiefer
	Hangendes

P 20: r24305 h95350
Kleiner Steinbruch im Wald. Dichte und harte, bituminöse dunkelgraue bis schwarze Kalke; Scaliognathus anchoralis-Zone.

P 21: r24040 h93520
Kleiner Aufschluß N' der Dasberg-Kuppe. Graue Knollenkalke; marginifera-Zone.

P 22: r24155 h93409
Klippen im Wald. Rote Knollenkalke.
Untere marginifera-Zone

P 23: r24149 h93560
Klippen im Wald. Rote Knollenkalke. Hemberg-Stufe

P 24: r23945 h93560
Klippen im Wald. Hellgraue, teilweise knollige Kalke.
Mittlere bis Obere crepida-Zone.

P 25: r24370 h94710
Graue, stellenweise rötliche, zum Teil knollige
Kalke. Obere marginifera-Zone.

P 26: r23310 h95010
Aufgelassener Steinbruch bei Karhof. Dichte, graue
von Fe-Adern durchzogene Kalke. Obere marginifera-Zone.

P 28: r24050 h93525
Steinbruch am Nordhang des Dasberg. Rote Knollenkalke.
Untere marginifera-Zone.

P 29: r24000 h93535
Steibruch NW' der Dasberg-Kuppe. Graue Knollenkalke.
Untere marginifera-Zone.

P 30: r24370 h94710
Steinbruch S' Wettmarsen. Profil siehe auch Abb. 10 A.
Graue, knollige Kalke der Mittleren bis Oberen velifer-
Zone werden von Ton/Siltsteinen und Kalkturbiditen über-
lagert, die in die Siphonodella crenulata-Zone eingestuft
wurden (siehe auch SCHÄFER 1975).

P 31: r24560 h94740
Straßenanriß bei Wettmarsen. Grüne, milde, gebänderte
Tonschiefer. Nehden-Stufe.

P 32: r26230 h96160
Grau-grünliche Knollenkalke.

P 33: r26590 h95515
Dichte, graue bis schwarze Kalke. Kieselkalk-Horizont.

P 34: r24475 h93500
Weg vom Dasberg nach Hövel. Graugrüne, kalkige Schiefer. Adorf-Stufe.

P 36: r26530 h95860
Steinbruch S' Ortseingang Ainkhausen. Roter, stark toniger Knollenkalk. Obere crepida-Zone.

P 37: r23880 h95110
Kieselschiefer mit eingelagerten dunklen Kieselkalken. Kieselkalk-Horizont.

P 39 r26060 h96090
W' Ortseingang Ainkhausen. Graugrüne, leicht kalkige Schiefer. Nehden-Stufe.

P 40: r24110 h95320
Klippen im Wald nordöstlich Albringen. Graue Knollenkalke. velifer-Zone.

P 41: r26765 h94150 bis r26535 h94870
Weganriß am Hömberg. Verlauf siehe topographische Karte.

Profilmeter	
0	dunkelgraue bis schwarze, teilweise oolithische dickbankige Kalke
0 - 150	Hangschutt mit Kieselschiefermaterial
150 - 210	graue bis rötlichgraue Knollenkalke 15/1: marginifera-Zone 15/10: Untere marginifera-Zone
210 - 300	Hangschutt mit Kieselschiefer- und Knollenkalkmaterial
300 - 310	Graugrüne, milde Tonschiefer. Nehden-Stufe
310 - 430	Hangschutt mit Tonschiefermaterial
430 - 445	Graugrüne, milde Tonschiefer, Nehden-Stufe
445 - 540	Hangschutt mit Tonschiefermaterial
540 - 555	olivgrüne Tonschiefer, Nehden-Stufe
575 - 585	olivgrüne Tonschiefer, Nehden-Stufe
630 - 645	graugrüne, sandige Schiefer und Sandsteine
645 - 710	rote Knollenkalke und Kalkknollenschiefer
750	Wegende

P 42: r26570 h94470
Unterer Weg am Hömberg. Graugrüne, milde Tonschiefer. Nehden-Stufe.

P 43: r26570 h94275
graue bis rötliche Knollenkalke. Obere marginifera-Zone.

P 44: r26720 h94610
Graue Knollenkalke. Obere marginifera-Zone.

P 45: r26750 h94640
Graue Knollenkalke. Mittlere bis Obere velifer-Zone.

P 47 bis P 53: Schürfe der Rheinisch-Westfälischen Kalkwerke am Beil im Asbecktal. Lageplan siehe Abb. 9.

P 47: r21160 h95930
Kalke der Mittleren costatus-Zone werden von einem geringmächtigen Lehmhorizont, Tonschiefern und Lyditen überlagert.

P 48: r21190 h95880
Kalke der Mittleren bis Oberen velifer-Zone werden von einem Lehmhorizont und Lyditen überlagert.

P 49: Knollenkalke der Oberen marginifera-Zone werden von Lyditen überlagert. (r21185 h95840)

P 50: r21290 h95775
graue, fossilreiche Kalke der crepida-Zone.

P 51: r21205 h95800
stark verlehmte Lydite

P 52: r21245 h95805
stark verwitterte Kalke, ohne Conodontenfauna, werden von Lyditen überlagert.

P 53: r21275 h95800
cm- dm-bankige Lydite.

P 55: r26750 h94640
graue, dichte, bituminöse Kalke. Kieselschieferhorizont.

P 56: r26295 h95700 bis r26120 h95520
Weganriß, Verlauf siehe topographische Karte.

Profilmeter	Liegendes
0	56/1: roter Knollenkalk, Mittlere bis Obere crepida-Zone
0 - 170	rote und graue Knollenkalke und graugrüne Tonschiefer
170 - 220	rötliche und graue Knollenkalke
220	51/2: unbestimmbare Conodontenbruchstücke, Hemberg-Stufe?
	Hangendes

P 57: r26340 h96125
grauer Knollenkalk, Hemberg-Stufe.

P 58: r26330 h96160
grauer Knollenkalk, Hemberg-Stufe.

P 59: r26705 h96135
dunkelgrauer, bituminöser, dichter und sehr harter Kalk, Kieselkalk-Horizont.

P 60: r24360 h94590
Weganriß S' Wettmarsen. Grauer Knollenkalk, Obere marginifera-Zone.

P 61: r24500 h94460
Weganriß. Rötlicher Knollenkalk. marginifera-Zone.

P 62: r23890 h95830
Kieselschiefer und Kieselkalkbänke, Kieselschiefer-Horizont.

P 63: r23900 h95760 bis r24020 h95570
Weganriß, Verlauf siehe topographische Karte.

Profilmeter	
0 - 90	an der Basis schwarze Tonschiefer (Liegende Alaunschiefer) und Cephalopodenkalke (Hangenberg-Kalk); darüber graugrüne Tonschiefer und Sandsteine, zum Teil mit Pflanzenhäcksel (siehe hierzu auch P 127, Hangenbergschurf)
90 - 150	graue, bräunlich gefleckte, manchmal auch violette, sehr fossilreiche, crinoidenführende Kalke, Wocklum-Stufe

150 - 200 bräunliche, glimmerführende, plattige Sandsteine, Dasberg-Stufe.
200 - 300 graue, fossilreiche Kalke wie oben.
270 63/6: Mittlere costatus-Zone

P 65: r23635 h94730
Kleiner, fast verschütteter Steinbruch. Schwarze bis dm-bankige Kieselschiefer.

P 66: r23650 h94695
Helle, gebleichte Kieselschiefer, Kieselschiefer-Horizont.

P 67: r23960 h93695
Rote Knollenkalke, marginifera-Zone.

P 68: r24745 h93410 bis r24410 h93515
Weganriß, Straße von Hövel zum Dasberg, Verlauf siehe topographische Karte

Profilmeter	Liegendes
0 - 250	dunkelgraue bis dunkelgrüne, teilweise gebänderte, kalkige Schiefer; eingeschaltet sind dünnbankige, plattige, hellgraue Kalke, Adorf-Stufe
250 - 320	graue, knollige Kalke
260	68/6: Palmatolepis triangularis-Zone
320 - 355	rote Knollenkalke
355	68/7: Obere crepida-Zone
	Hangendes

P 70: r23470 h94870
Grauer Knollenkalk, Obere marginifera-Zone.

P 71: r23745 h93850
Graugrüne, leicht siltige Tonschiefer, Nehden-Stufe.

P 72: r23655 h93995
Graugrüne Tonschiefer, Nehden-Stufe.

P 73: r23885 h94065
Rote Knollenkalke, Untere marginifera-Zone.

P 74: r24100 h95375
Grauer, knolliger Cephalopodenkalk mit Schalenbruchstücken

und Crinoidenresten, Mittlere bis Obere costatus-Zone.

P 75: r24805 h94195
Graue bis rötliche Knollenkalke, Untere marginifera-Zone.

P 76: r24850 h95100
Dunkelgraue bis schwarze, dichte und sehr harte Kalke, Kulm-Plattenkalk.

P 77: r24690 h94340
Graugrüne, milde Tonschiefer, Nehden-Stufe.

P 78: r24625 h94140
Graue Knollenkalke, velifer-Zone?

P 79: r24685 h94265
Dichte, graue Cephalopodenkalke, Mittlere bis Obere velifer-Zone.

P 80: r23670 h94045
Graugrüne, leicht kalkige Tonschiefer, Nehden-Stufe.

P 81: r24345 h93050
Hell anwitternde, dunkelgraue, dünnplattige Kalke, Untere gigas-Zone.

P 82: r24390 h93040
Kalkige Schiefer und blaugraue, dünnplattige Kalke, Untere gigas-Zone.

P 83: r27375 h93845
Kieselkalke und eingelagerte dunkle, dichte Kalke.

P 86: r23980 h95200
Dunkle, fast schwarze, leicht verkieselte Kalke, Kieselkalk-Horizont.

P 87: r24835 h94820
Graugrüne Tonschiefer, Nehden-Stufe.

P 90: r23505 h94300
Rote, kalkige Schiefer; eingeschaltet sind graugrüne Kalkknollenlagen. Hemberg-Stufe.

P 92: r26530 h94910
Graue Cephalopodenkalke, Hemberg-Stufe.

P 93: r26450 h94875
Dichter, grauer Cephalopodenkalk, Mittlere bis Obere velifer-Zone.

P 94: r24685 h93815
Grauer Knollenkalk, Hemberg-Stufe.

P 100: r26950 h96410
Kleinknotiger, roter Kalk, Hemberg-Stufe.

P 101: r24610 h94890
Graubraune, milde Tonschiefer mit sehr gut erhaltenen Ostracoden (Entomozoe serratostriata), Nehden-Stufe.

P 102: r24565 h93850
Grauer Cephalopodenkalk, Mittlere bis Obere velifer-Zone.

P 103: r26155 h95525
Rote Knollenkalke, Hemberg-Stufe.

P 104: r26240 h95655
Graue Knollenkalke, Nehden-Stufe.

P 105: r24510 h93350
Graugrüne, schiefrige Kalke, Adorf-Stufe.

P 107: r23990 h92825
Schwarze und grüne, gebänderte Schiefer, teilweise leicht kalkig, stellenweise mit stark verwitterten Ostracodenresten; auf Schichtflächen sind Tentakuliten recht häufig. Adorf-Stufe.

P 108: r24465 h92410
Hellgrau anwitternde, blaugraue, dünnplattige Kalke, stellenweise rötlich geflammt. Adorf-Stufe.

P 110: r24525 h92455
Graugrüne, leicht kalkige Schiefer und dünnplattige Kalke, Adorf-Stufe.

P 111: r24115 h93375
Rote Schiefer mit Ostracoden, Hemberg-Stufe.

P 112: r24075 h93395
Rote Knollenkalke, Hemberg-Stufe.

P 113: r23745 h93090
Dunkelgrauer, rekristallisierter Kalk; Korngrenzen sind noch zu sehen und lassen eine Gradierung erkennen, Flinzkalk.

P 114: 114/A: r24570 h92455
Grauer bis rötlicher Cephalopodenkalk. Obere crepida-Zone
114/B: r24615 h92490
Untere marginifera-Zone.

P 115: r24855 h93515
Graue, plattige Cephalopodenkalke. Palmatolepis triangularis-Zone.

P 116: r24985 h94515
Steinbruch an der Straße Wettmarsen - Hövel.
Kalkreiche, ziemlich harte Tonschiefer, Nehden-Stufe.

P 118: r24245 h94400
Schwarze Kieselschiefer, Kieselschiefer-Horizont.

P 119: r24205 h94560
Grauer, fossilreicher Cephalopodenkalk, von Eisenadern durchzogen. styriacus-Zone.

P 120: r24395 h93475
Rote und graue Knollenkalke, Obere crepida-Zone.

P 123: r24905 h94280
Grüngraue, gebänderte Tonschiefer, Nehden-Stufe.

P 124: r24340 h93535
Rötlichgraue bis grünlichgraue Cephalopodenkalke, darin eingeschaltet eine etwa 20cm mächtige Lage dunkler, milder Tonschiefer; direkt über den Schiefern Probe 124/4: Obere rhomboidea-Zone.

P 125: r24215 h93560 bis r24125 h93500 (Dasberg-Schurf)

Profilmeter	Hangendes
0 - 13,0	verlehmt
13,0 - 29,0	graue bis blaugraue, stellenweise bräunlich gefleckte Cephalopodenkalke in Bänken oder knolligen Lagen von durchschnittlich 5cm, zwischen den Kalken dünne, stellenweise siltige Tonschieferzwischenlagen.

29,0	violette Tonschieferlage, darunter Kalke
29,0 - 41,5	verlehmt
41,5	violette Tonschieferlage, darunter Kalke
41,5 - 55,9	Kalke und Schiefer wie oben, nur sind die Bänke kompakter, knollige Lagen treten zurück
55,9	zwei schwarze, jeweils etwa 10cm mächtige Tonschieferhorizonte (annulata-Zone), dazwischen etwa 10cm Kalkknollenlagen
55,9 - 63,0	graue, etwa 10 - 15cm mächtige, blaugraue, bräunlich gefleckte, tonige Kalkbänke, dazwischen olivgrüne Tonschiefer
63,0 - 80,0	verlehmt
80,0 - 100,0	rote Knollenkalke (Hemberg-Stufe)
	Liegendes

Mächtigkeit und Einstufung:

Bank	Mächtigkeit	Einstufung und Beschreibung
42 - 97	270 cm	Untere costatus-Zone; knollige Cephalopodenkalke und Knollenlagen, wie in Profilabschnitt 13,0 - 29,0m
35 - 41	61 cm	Obere styriacus-Zone; wie oben
25 - 34	69 cm	Mittlere styriacus-Zone; wie oben
1b - 24	197 cm	Untere styriacus-Zone; wie oben Probe 1b ist die hangende von zwei in einen 32 - 34cm mächtigen Tonschieferhorizont eingeschalteten Kalkknollenlagen (siehe Profilabschnitt 55,9m). Diese Probe enthält das erste Exemplar von Polygnathus styriacus in diesem Profil. Ab Bank 9 tritt diese Form häufig auf.
III - 1a	107 cm	Obere velifer-Zone; siehe Profilabschnitt 55,9 - 63,0 m
I - II	27 cm	Mittlere velifer-Zone; siehe Profilabschnitt 55,9 - 63,0 m
		Liegendes

P 127: r23900 h95750 bis r23825 h95705 (Hangenberg-Schurf)

Profilmeter	Hangendes: Schwarze Tonschiefer (Liegende Alaunschiefer)
0 - 1,9	gelbbrauner, steiniger Lehm
1,9 - 9,4	graue, braun gefleckte und ockrig anwitternde, fossilreiche Kalke (Hangenberg-Kalk)
9,4 - 10,3	feinkörnige, graublaue, schwach glimmerhaltige Kalke
10,3 - 11,4	dunkelgraue bis olivgrüne Tonschiefer
11,4 - 13,0	dunkelgraue, schwach glimmerhaltige, karbonatische, feinkörnige Sandsteine
13,0 - 14,4	dunkelgraue bis olivgrüne Tonschiefer
14,4 - 15,2	graubrauner, stark glimmerhaltiger, feinkörniger Sandstein
15,2 - 19,2	Wechsellagerung olivgrüner Tonschiefer und feinkörniger, glimmerhaltiger Sandsteine
19,2 - 19,9	ockerbraun verwitterter, schwach glimmerhaltiger, ehemals karbonatischer Sandstein
19,9 - 23,1	Tonschiefer mit siltigen Lagen
23,1 - 26,0	Wechsellagerung: Tonschiefer und Sandsteine, dm gebankt
26,0 - 27,4	Tonschiefer, olivgrün bis graubraun
27,4 - 32,8	graubraune, stark glimmerhaltige, feinkörnige Sandsteine; Bänke bis maximal 30cm mit geringen Tonschieferzwischenmitteln
32,8 - 35,7	dunkelgraue Tonschiefer
35,7 - 39,2	br äunlich verwitterter, glimmerhaltiger, karbonatischer Sandstein; Bänke bis max. 30cm mit Tonschieferzwischenlagen
39,2 - 41,0	dunkelgraue Tonschiefer
41,0 - 49,7	bräunlich verwitterter, glimmerhaltiger, karbonatischer Sandstein
49,7 - 60,3	olivgrüne Schiefer, etwas siltig, bis maximal dm-bankig, schwach glimmerhaltig
60,3 - 64,2	dickbankiger, glimmerhaltiger, karbonatischer Sandstein

64,2 - 71,4	Wechsellagerung: Sandstein und Tonschiefer
71,4 - 72,9	blaugrauer, stark toniger Kalk
72,9 - 86,9	dunkelgraue bis olivgrüne, teilweise plattige, glimmerhaltige Tonschiefer
86,9 - 88,0	graubrauner und rötlicher, stark glimmerhaltiger Sandstein; dünnbankig, teilweise fein geschichtet
88,0 - 90,0	graublauer, stark fossilführender, schwach gebankter, gefleckter Cephalopodenkalk Liegendes

(Säulenprofil siehe Abb. 4)

P 130: r24200 h93580

Weganriß (siehe auch P 260)

Hangendes:	schwarzer bis bräunlicher Kieselschiefer
bis 9cm	graublaue, braun gefleckte, tonige Kalke (130/1: Mittlere? costatus-Zone)
bis 19cm	Kalke wie oben
bis 39cm	Kalke wie oben
Liegendes:	knollige, graue Kalke mit Schieferzwischenlagen (130/5: Untere bis Mittlere costatus-Zone)

P 131: r24205 h93580

Weganriß. Graue, tonige, knollige Kalke.
Untere costatus-Zone

P 132: r21360 h95020 bis r21740 h95340 (Gasleitungsgraben)

Profilmeter	Liegendes
0 - 10	Hangschutt mit Kalk- und Kieselschieferbrocken
12	grauer, stellenweise rot gefleckter Cephalopodenkalk, dickbankig. 132/1: Untere? marginifera-Zone
16	dunkelgraue, ziemlich harte Kalke, ohne Rotfleckung, dünner gebankt (etwa 8cm)
29	dickbankiger, grauer, rotgefleckter Kalk, 132/3: Untere marginifera-Zone. Darüber

	folgen wieder dünnbankige, nicht rotgefleckte, dunkelgraue Kalke. 132/4: marginifera-Zone
40	harter und splittriger, roter Kalk
58	grauer, bräunlich gefleckter Kalk. 132/6: Mittlere bis Obere velifer-Zone
60 - 66	Hangschutt mit Kalkbrocken
ab 66	Hangschutt mit Kieselschiefern, stark verlehmt
ab 360	anstehende Kieselschiefer
	Hangendes

P 133: r21370 h95020 bis r24790 h95670 (Gasleitungsgraben)

Profilmeter	Liegendes
0 - 110	verlehmt
110	Hangschutt mit schwarzen Kalken
133	Kieselkalke
165	dickbankige, schwarze Kalke
175 - 240	verlehmt
240 - 258	verlehmt, mit Kalkbrocken
258 - 307	rote, leicht knollige Cephalopodenkalke
260	133/4: velifer-Zone?
307	133/5: Mittlere bis Obere velifer-Zone
307 - 541	verlehmt
541 - 575	verlehmt, mit Kalken und Kieselschiefern
620	dickbankige, schwarze Kalke
ab 626	Kieselschiefer
ab 741	schwarze Kalke (Kulm-Plattenkalk)
	Hangendes

P 135: r27140 h96160 bis r27460 h96295 (Gasleitungsgraben)

Profilmeter	
0	Weg oberhalb des Grabens
bis 5	Störungszone
bis 22	rote, schiefrig-knollige Kalke
bis 62	grünbraune, teilweise kalkige Schiefer und rote Kalke
bis 107	grüngraue und rote Schiefer und schiefrige Kalke
bei 107	rote Schiefer und schiefrige Kalke

bei 235 rote Kalke
ab 235 verlehmt

alle Conodontenproben waren steril!

P 140: r29080 h95125
Aufgelassener Steinbruch N' Hachen. Stark verfaltete Kieselschiefer.

P 141: r29050 h95290
Aufgelassener Steinbruch N' Hachen. Rötlichgraue Knollenkalke; Mittlere bis Obere velifer-Zone.

P 142: r29185 h95185
Straßenböschung. Rötlichgraue Knollenkalke; marginifera-Zone.

P 143: r29620 h95765
Südwesthang des Müssenberges. Anstehende schwarze Lydite, cm- bis dm-bankig; Kieselschiefer-Horizont.

P 145: r28300 h95110
Weganriß. Hellbraun anwitternde, innen blaue bis blaugraue, stark schiefrig-tonige Kalke und graubraune Schiefer. Tentakuliten auf den Schichtflächen. Adorf-Stufe.

P 146: r28390 h94690
Steinbruch W' Sauerlandklinik. Graue, knollige, gut gebankte Cephalopodenkalke.
146/2: marginifera-Zone, von der obersten im Bruch aufgeschlossenen Bank.
146/1: Untere marginifera-Zone, aus der tiefsten, sicher anstehenden Bank; frisch rötlich/rot.
Zwischen beiden Proben liegen etwa 10 - 12m. Die Bankung geht vom cm- bis in den 0,5m-Bereich.

P 147: r28390 h94695
Klippe im Wald N' P 146. Rötlichbraun-grauer, in frischem Zustand kompakter, angewittert knolliger Cephalopodenkalk; Untere marginifera-Zone.

P 148: r28475 h94685
Klippe im Wald. Graue Knollenkalke.

P 149: r29040 h94470
Dunkle, harte Kalke mit calcitverfüllten Klüften.

P 150: r28940 h94635
Schwarze Kieselschiefer und dunkle Kalke.

P 151: r29000 h94635
Kleiner Steinbruch N' Rotloch. Schwarze Kieselschiefer.

P 152: r28770 h95250
Grasbergkuppe N' Hachen. Blaugrauer, kompakter Cephalopodenkalk; marginifera-Zone?

P 153: r28710 h94820 bis r28725 h94850
Temporärer Aufschluß in Kanalisationsgraben

Profilmeter	
0 - 11	verlehmt
11	grünliche Tonsteine mit Kalkknollenlage, darunter graue, harte Kalke
15	graubraune Kalke und grüne Tonlagen; 153/2: styriacus-Zone
19	sehr tonige Kalke, grünlich-bräunlich. 153/3: Conodontenfauna nicht bestimmbar. Darunter folgt eine 20 - 30cm mächtige Schwarzschieferlage. 153/6: Conodontenfauna nicht bestimmbar, aus Kalken direkt unter den Schwarzschiefern
bis 37m	folgen mehr oder weniger verstürzte Cephalopodenkalke. Am Südstoß folgen unter den Schwarzschiefern noch gute 5m Kalke, am Nordstoß etwa 7m. 153/8: tiefste erreichbare Probe am Südstoß; rote und graue Kalke, marginifera-Zone. 153/9: tiefste erreichbare Probe am Nordstoß, marginifera-Zone

P 154: r28840 h94890
Weganriß. Blaugraue, rötlich anwitternde Kalke.
154/A: Obere marginifera-Zone, Liegendprobe.

154/B: Mittlere bis Obere velifer-Zone, Hangendprobe. Zwischen beiden Proben liegen knapp 7m.

P 158: r23255 h95405
Klinks-Berg, Verstürzter, aufgelassener Steinbruch. Dunkelgraue, anwitternd weiße Kalke; Kieselschiefer-Horizont.

P 159: r21610 h96180
Aufschlüsse in Kieselschiefern am Klärteich. Schwarze, rötliche und rote Kieselschiefer mit Kalkbänken. Scaliognathus anchoralis-Zone (unterer Teil). Die Kieselschiefer sind spezialgefaltet. Eingeschaltete Kalkbänke weisen starke Mächtigkeitsschwankungen auf.

P 160: r21800 h96130
Steinbruch an der Straße zwischen Eisborn und Asbeck. Anstehende schwarze Kieselschiefer mit eingeschalteten wulstigen Kalkbänken. Nur sehr spärliche Conodontenfauna.

P 161: r23180 h96105
Dunkle , harte Kalke und dünnblättrige, fossilführende, stark angewitterte Schiefer. Kieselige Übergangsschichten.

P 162: r30280 h95080 bis r29850 h94710
(Neubau der Straße Hachen - Reigern; Profil zum größten Teil nicht mehr zugänglich)

Profilmeter	
0	Kieselschiefer-Hangschutt
13,6	anstehende schwarze Kieselschiefer
ab 29,6	Knollenkalke im Hangschutt
35,2	anstehende knollige Kalke
bis 60	knollige Kalke
ab 60	anstehende massigere Kalke
68	grünlichgraue, stellenweise rötliche, zum Teil stark tonige Kalke, massiger als im Hangenden 162/2: marginifera-Zone
ab 76	grünliche Kalke
97,6	dunkelgraue, sehr harte und splittrige, dick-

	bankige, sehr homogene Kalke
bis 136	Hangschutt
170	anstehende, rötlichgraue, kompakte Kalke.
	162/4: rhomboidea-Zone
ab 160	Kramenzelkalk-Typ
174,4	rötlichgraue bis bräunliche Kramenzelkalke
	162/5: rhomboidea-Zone
184 - 348	nicht aufgeschlossen
350,4	graublaue, ziemlich kompakte Kalke, stellenweise Schiefer
	162/6: Mittlere bis Obere velifer-Zone
378,4	graublaue, dickbankige Kalke
429,6	blaugraue, dm-bankige, anstehende massive Kalke
	162/8: velifer-Zone
bis 515,2	dickbankige Kalke
515,2	rötliche Kalke
	162/9: Obere? rhomboidea-Zone
584	grüngraue, rot gefleckte Kalke
	162/10: Untere marginifera-Zone

P 163: r22045 h95420
Massenkalk bei Eisborn

P 164: r22000 h95430
Grünlichgraue, stark tonige, knollige Kalkbänkchen und kompaktere rote Kalke; Untere gigas-Zone

P 165: r19930 h95980
Graubraune, fossilreiche Cephalopodenkalke (165/A: Untere costatus-Zone), knollige Kalke und Schiefer (165/B), graue, rot gefleckte Cephalopodenkalke (165/C: Mittlere costatus-Zone).
Das Wegeprofil verläuft vom angegebenen Punkt nach W. 165/A bei Profilmeter 19,2m; 165/B bei 30,4m; 165/C bei 40m).

P 166: r20085 h 95980
Massenkalk

P 167: r 22090 h 95880
Böschung an der Straße Eisborn - Asbeck. Kieselkalke,

grünlichgraue, sehr weiche Tonschiefer und kieselige Schiefer.

P 168: r21670 h96030
Aufschluß am Schlammeinlauf Klärteich. Graubraune, zum Teil durch Ton grün gefärbte, massige bis knollige Kalke, dm-bankig; styriacus-Zone??

P 170: r21950 h96065
Kalke in schwarzen Kieselschiefern

P 171: r21910 h95645
Graubraune, stellenweise rötliche, knollige Cephalopodenkalke, durch Ton stellenweise grün gefärbt, mit roten, weichen Schieferzwischenlagen; Obere marginifera-Zone.

P 172: r22155 h95690
Graue und rote Knollenkalke; Mittlere bis Obere velifer-Zone.

P 174: r27670 h95025 bis r27460h95510

Profilmeter	
bis 58	verlehmt
bis 74,4	grüngraue, teilweise stark siltige Tonsteine mit Ostracoden (zum Teil sehr schlecht erhalten)
74,4 - 112	verlehmt
112 - 120	etwas verrutschte, grüngraue Tonsteine
120,8	schwach glimmerführende, rote Tonsteine, zum Teil mit Ostracodenpflaster
bis 137,6	rote Tonsteine und Schiefer
bis 187,2	grüne Tonschiefer, zum Teil siltig; stellenweise sind dünne, rote Tonschieferlagen zwischengeschaltet
bis 232	grüne, siltige Tonsteine, dickbankig und fest
bis 304	dickbankige, sehr feste, grünliche, dunkel gebänderte Tonsteine

Das gesamte Profil kann nach Ostracoden in die Nehden-Stufe eingestuft werden.

P 175: r27570 h95450
Feste und massige graue Kalke, vereinzelt auch knollig, dm-bankig; styriacus-Zone.

P 177: r28240 h95745 (Ausgangspunkt des Wegeprofils, das auf dem Rundweg südlich des Effenberg bis r27490 h95695 führt)

Profilmeter	
0 - 52,5	nicht aufgeschlossen
52,5 - 58,3	braungraue, stellenweise stark tonige Cephalopodenkalke, dm- und dünnerbankig; 177/1: Mittlere bis Obere velifer-Zone
58,3 - 64,8	Hang verlehmt mit Kieselschieferbrocken Kieselschiefer an einigen Stellen anstehend
64,8 - 219,6	nicht aufgeschlossen
219,6	graue Kramenzelkalke, angewittert grauweiß, frisch rötlich bis rot; 177/2: marginifera-Zone
223,2 - 277,9	Kramenzelkalke, teilweise intensiv rot
277,9	eingelagerte siltige Bänkchen; im Liegenden folgen noch weitere Siltsteinbänke
288	Grenze zu grünen Kalkknotenschiefern mit immer seltener werdenden Kalkknollenlagen
ab 298	rote Kalkknotenschiefer
ab 303	wieder grüngraue Schiefer
bis 334,3	im Liegenden zunehmender Kalkgehalt und größere Festigkeit
bis 363,6	nicht aufgeschlossen; im Hangschutt Schieferbröckchen unterschiedlicher Färbung
ab 363,6	grüne Schiefer und Kalkknotenschiefer
bis 452	weiterhin grüne Tonschiefer, Tonsteine und siltige Schiefer
452 - 488,8	verlehmt
488,8 - 504	verlehmt
ab 504	rote Kalkknollenschiefer (Kramenzelkalk)
523,4	rote Kramenzelkalke mit grauen Lagen; 177/5: marginifera-Zone?
bis 537,1	roter Kramenzelkalk

bis 606,2	Hangschutt mit viel Kieselschiefer
ab 606,2	rote verwitterte Tonschiefer mit Kalkknollenlagen
bis 624,2	rote Kalkknollenschiefer
ab 624,2	grüne Ton/Siltsteine mit einzelnen Kalkknollenlagen und sehr schlecht erhaltenen Ostracoden
648 - 666,7	nicht aufgeschlossen
ab 666,7	grüne Tonsteine mit einzelnen Kalkknollenlagen
703,4	grüne Tonsteine mit Kalkknollenlagen
723,6	grüne Tonsteine mit Kalkknollenlagen
ab 723,6	rote Kramenzelkalke
bis 810	rote Kramenzelkalke, stellenweise graue Packen und ein Packen grüne Schiefer;
810	177/10: marginifera-Zone
810 - 840,2	nicht aufgeschlossen
840,2	graue Knollenkalke
840,3 - 871,2	nicht aufgeschlossen
871,2 - 914,4	Kieselschiefer

P 178: r28395 h95645
Graue und rote Kramenzelkalke, marginifera-Zone

P 179: r28450 h95545
Rote Kramenzelkalke und rote Schiefer mit grauen Kalknollenlagen; marginifera-Zone

P 180: r28615 h95475
Rote/graue Kramenzelkalke

P 181: r28250 h94675
Unverwittert blaugraue, sehr feste, tonige, kalkhaltige Siltsteine; braungrau, in tonigen Partien dunkelbraun mulmig verwitternd (Verwitterungsringe). Tentakuliten und Ostracoden auf Schichtflächen. Adorf-Stufe

P 182: r27845 h94565
Graue Knollenkalke mit viel graugrünem Ton, lagenweise kalkreiche Partien;

P 183: r29215 h95540
Schwarze cm- und dm-bankige Kieselschiefer

P 184: r29795 h95285
Säulenprofil siehe Abb. 10 E
Hangendes: etwa 60cm gebleichte, gelblich-bräunliche, kieselige Schiefer. Darunter folgen graue und braungraue, sehr tonige, fossilreiche, zwischen 5 und 10cm mächtige Kalkknollenlagen mit geringmächtigen Tonschieferzwischenlagen der Mittleren costatus-Zone.

P 185: r27825 h94555 (Ausgangspunkt; Profil von dort nach N)

Profilmeter	
0	Kramenzelkalke, Hemberg-Stufe
107	graue/rote, kompakte Knollenkalke
150	rote Schiefer, vermutlich im Grenzbereich Nehden-/Hemberg-Stufe

P 190: r29630 h94890
Klippen im Wald SE' vom großen Steinbruch zwischen Hachen und Reigern
Graue Kramenzelkalke
190/A: tiefste sicher anstehende Probe, direkt darunter Übergang zu Schiefern; Obere crepida-Zone
190/B: höchste stratigraphisch erreichbare Probe; marginifera-Zone

P 191: r29735 h94965
Schiefer mit Kalkknollen; Obere? crepida-Zone

P 192: r29695 h94960
Großer Steinbruch zwischen Hachen und Reigern.
S' Eingang des Bruches: Schiefer und Kalkknollenschiefer, zum Teil dunkel, zum Teil grün/grau gebändert. Nach Ostracoden Nehden-Stufe.

P 193: r28885 h95595
Rote Knollenkalke

P 194: r29185 h94595
Kieselschiefer und Kalke.

P 195: r29495 h94885
Dunkelgraue Cephalopodenkalke; Untere marginifera-Zone

P 196: r29275 h94800
Neuer Weg N' Hachen; rötlichgraue Cephalopodenkalke; marginifera-Zone.

P 200: r19420 h96060
Hönnetal-Bahneinschnitt
Das beschriebene Teilprofil beginnt mit der Obergrenze des Abschnittes 3,38 - 3,75cm aus ZIEGLER 1971b: Fig.14

Hangendes	Probe	Conodonten
bis 8cm	200/15-1	
bis 17cm	200/15-2	Pa.gonioclymeniae, Ps.trigonicus
bis 28cm	200/15-3	Pa.gonioclymeniae, Ps.trigonicus
bis 37cm	200/15-4	Pa.gonioclymeniae
bis 43cm	200/15-5	Pa.gonioclymeniae
bis 53cm	200/15-6	SCHINDEWOLF's Bank 23
bis 57cm	200/15-7	Ps.marburgensis
bis 60cm	200/15-8	Pa.gonioclymeniae?, Ps.marburgensis
bis 67cm	200/15-9	Ps.marburgensis
bis 72cm	200/15-10	

Lebenszeiten der oben erwähnten Conodontenformen nach ZIEGLER 1962, 1971a:

Palmatolepis gonioclymeniae:	Mittlere costatus-Zone
Pseudopolygnathus trigonicus:	mittlerer Teil der Mittleren bis mittlerer Teil der Oberen costatus-Zone
Pseudopolygnathus marburgensis:	Obere velifer bis styriacus-Zone

P 204: r27700 h95950
Anstehende Kalkbänke oberhalb des Effenberg-Bruches. Graublaue, ziemlich harte Cephalopodenkalke; styriacus-Zone.

P 205: r27700 h95950
Steinbruch am Effenberg.Rote und grüne Kramenzelkalke.

Farbänderungen zwischen rot und grün treten sehr abrupt an exakt begrenzten Flächen auf. Rote Färbungen überwiegen. marginifera-Zone.

P 206: r29490 h95350
Südwesthang des Müssenberges. Blaugraue, weiß anwitternde, tonige Knollenkalke. Mittlere velifer-Zone

P 210: r21005 h95915
Schurf am Beil.

Mächtigkeit	Beschreibung	Einstufung nach Conodonten
Hangendes		
165cm	rötliche und graue, knollige, teilweise plattig-knollige Kalke	Obere marginifera-Zone
675cm	rote und graue, zum Teil kompakte, zum Teil knollige Kalke	Untere marginifera-Zone
130cm	meist intensiv rote kompakte Kalke und grüne Tonschiefer-zwischenlagen	rhomboidea-Zone
- Profilunterbrechung -		
280cm	fleischfarbene und graue, kompakte Kalke und bröckelige und mergelige Kalklagen	Obere crepida-Zone
105cm	bröckelige Kalk-knollenlagen und kompakte Kalke	Mittlere crepida-Zone
Liegendes		

siehe zu diesem Profil auch P 250

P 211: r28200 h94800
Schiefer (mit Tentakuliten auf Schichtflächen) und Kalke der Adorf-Stufe.

P 212: r28370 h94460
Graue Kramenzel-und Knollenkalke; marginifera-Zone

P 213: r28269 h94355
Grauer, harter Cephalopodenkalk, dm-bankig; marginifera bis velifer-Zone.

P 214: r27570 h94625
Harte, schwarze Kalke, zum Teil verkieselt. Kulm-Plattenkalk.

P 215: r27635 h94975
Rote und grüne Schiefer mit Ostracoden; Nehden-/Hemberg-Stufe.

P 216: r28075 h95030
Adorf-Bänderschiefer mit Tentakuliten.

P 217: r28585 h95025
Große Klippen. Rötliche und rote Knollenkalke und Kalkknollenschiefer; marginifera-Zone.

P 218: r29590 h94530
Graue, ziemlich kompakte Kalke; Obere crepida-Zone

P 219: r28515 h94650
Kompakte, graue Cephalopodenkalke; velifer-Zone (nach Ausbildung von Polygnathus granulosus schon weit oben in der velifer-Zone).

P 220: r21380 h95690
Aufschlüsse an der Südostecke des Beil.
220/1: Probe aus der obersten (strat.) anstehenden Lage. Dünnplattige rote/graue Kalke; oberster Teil der Ancyrognathus triangularis-Zone
220/2: Probe 10 bis 15m unter 220/1. Bankig-massige Kalke mit Eisenadern. Untere bis Mittlere Polygnathus asymmetricus-Zone.

P 221: r22620 h95325
Kompakte rote Cephalopodenkalke. Unterer Teil der Ancyrognathus triangularis-Zone.

P 223: r21960 h95590
Roter, plattiger, zerklüfteter Knollenkalk; marginifera-Zone.

P 250: r21000 h95915
Steinbruch am Beil unterhalb P 210 (siehe auch Lageplan Abb. 9).
Aufgeschlossen sind graue und rote, kompakte, meist sehr harte Kalke. Die oberste Kalkbank enthält eine aufgearbeitete Conodontenfauna mit folgenden Formen:
Ancyrolepis cruciformis
Palmatolepis quadrantinodosalobata
Palmatolepis subrecta
Palmatolepis minuta minuta
Palmatolepis triangularis
Ancyrodella nodosa
Ancyrognathus triangularis
Nach den jüngsten auftretenden Conodontenformen gehört diese Bank in die Untere crepida-Zone.
Darunter folgen knapp 12m Kalke des gleichen Typs.
Die tiefste Conodontenprobe wurde in die Untere bis Mittlere Polygnathus asymmetricus-Zone eingestuft.

P 251: r21000 h95950
Steinbruch am Beil. Graubrauner, toniger Cephalopodenkalk; Untere marginifera-Zone.

P 260: r24200 h93580
Devon/Karbon-Genzprofil am Dasberg. Siehe Profil in Abb. 10 B.

Mächtigkeit	Beschreibung	Probe
Hangendes	angewitterte Lydite	260/1
18cm	schwarzer, brauner und hellbrauner Lehm	
6 - 8cm	braungraue, tonige Kalke Mittlere costatus-Zone	260/3
Liegendes	braungraue, tonige Kalke Mittlere costatus-Zone	260/4

Der Kontakt zwischen den oberdevonischen Kalken und

den darüber folgenden Tonen und verlehmten Schichten ist, nicht ganz sicher, diskordant.

P 261: r24370 h94720
Devon/Karbon-Grenzprofil siehe auch Abb. 10 A.
(siehe auch P 30)

Mächtigkeit	Probe	Beschreibung
Hangendes		Ton/Silststeine und Kalkturbidite (siehe P 30)
22cm	261/5-7	Ton/Siltsteine
2cm	261/4	Phosphoritknollenlage darunter wieder Ton/Siltsteine
8cm		verlehmt
Liegendes	261/1	graubraune Kalke, zum Teil verlehmt

Die höchste Kalkbank (261/1) wurde in die Mittlere bis Obere velifer-Zone eingestuft. Ein Kalkgeröll in den Ton/Siltsteinen enthielt Siphonodella sp.

P 262: r26535 h94940
263 Devon/Karbon-Grenzprofil siehe auch Abb. 10 C.

P 264: r22170 h95565
Grauer/grünlicher Cephalopodenkalk; Mittlere bis Obere velifer-Zone.

P 267: r30160 h93820
Dunkle, harte Kalke; Kulm-Plattenkalk.

P 268: Straßenanriß südwestlich Hövel

268/1: r24885 h92590
graue, graubraune Kalke; Obere styriacus-Zone

268/2: r24835 h92455
graue, graubraune Kalke; keine genaue Einstufung möglich

268/3: r24810 h92410
graugrüner Cephalopodenkalk; styriacus-Zone

P 270: r29745 h96340
Dickplattige,schwarze Kalke; Kulm-Plattenkalk.

P 271: r29860 h94485

Devon/Karbon-Grenzprofil, siehe auch Abb. 10 F

Mächtigkeit	Probe	Beschreibung
Hangendes		kieselige Schiefer und Lydite
10,5cm	271/+2	kieselige Schiefer
2,5cm	271/+1	Kieselschiefer
4,5cm		Tonschiefer
3,0cm	271/0	Tonschiefer
4,5cm		dünnplattige Schiefer
2,0cm	271/-1	Siltstein
3,0cm	271/-2	Siltstein
50cm		Schiefer und Siltsteine
Liegendes	271/-3	graue,harte Kalke; Probe aus der höchsten anstehenden Kalkbank: styriacus-Zone

Verzeichnis der Aufschlußnummern (P) nach Planquadraten (PQ) geordnet:

PQ	P
21/96	159, 160, 168, 170
23/96	12, 161
26/96	5, 6, 7, 32, 39, 57, 58, 59, 100
27/96	135
29/96	270
19/95	165
20/95	166
21/95	47, 48,49,50, 51,52,53, 171, 210, 220, 223, 251,252
22/95	163, 164, 167, 172, 221, 264
23/95	11, 26, 37, 62, 63, 64, 86, 127, 132, 158
24/95	13, 14, 19, 20, 40, 74, 76, 133,
26/95	4, 33, 36, 56, 103, 104, 134, 265,
27/95	3, 174, 175, 176, 204, 205
28/95	145, 152, 177, 178, 179, 180, 193, 216, 217, 266
29/95	140, 141, 142, 143, 183, 184, 206
30/95	162
23/94	65, 66, 70,73, 80, 90
24/94	9, 25, 30, 31, 60, 61, 75, 77, 78, 79, 84, 85, 87, 101, 116, 118, 119, 123, 261
26/94	1, 2, 8, 15, 16, 17, 18, 41, 42, 43, 44, 45, 55, 92, 93, 262, 263
27/94	182, 185, 214, 215
28/94	146, 147, 148, 150, 153, 154, 181, 211, 212, 213, 219
29/94	149, 151, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 218, 271
23/93	10, 21, 24, 67, 71, 72, 113
24/93	21, 22, 23, 28, 29, 34, 35, 68, 81, 82, 91, 94, 102, 105, 111, 112, 115, 120, 122, 124, 125, 126, 130, 131, 260
27/93	83, 121
30/93	267
24/92	106, 107, 108, 109, 110, 114, 268

TAFELN

Tafel 1

A: Adorf-Plattenkalk mit eingeregeltem Brachiopoden
(östlich Dasberg; Dünnschliff)

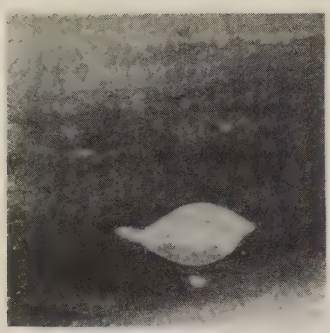
B: Flaserkalk. Fossilien sind an Stylolithen abgeschnitten
(Bildmitte; Ainkhausen; Dünnschliff)

C: Flaserkalk mit Übergang zu Knollenkalkstruktur
(Ballberg; Dünnschliff)

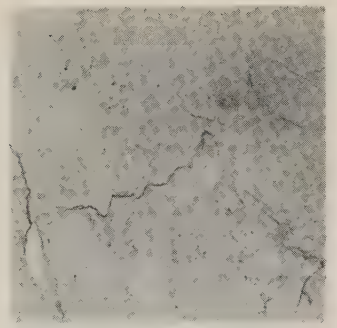
D: Knollenkalk mit durchgehenden Karbonatlagen
(nördlich Wettmarsen; Dünnschliff)

E: Fossilreicher Kalk der Wocklum-Stufe
(Hangenberg; Folienabzug, Negativ)

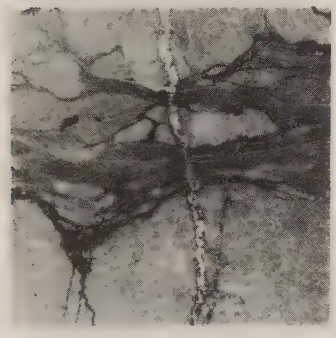
F: Wocklum-Kalk mit Cephalopoden und Crinoidenresten
(nördlich Wettmarsen; Anschliff)



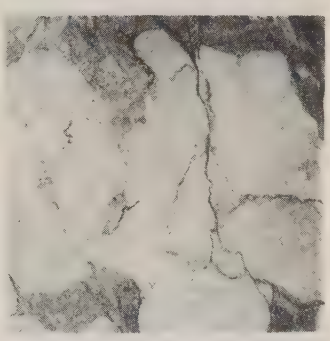
A 5 mm



B 5 mm

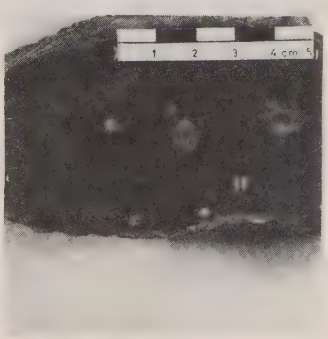


C 5 mm



D 5 mm

E 5 mm



F

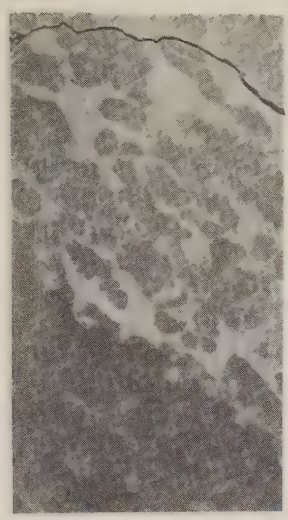
Tafel 2

A: Knollenkalk der Hemberg-Stufe
(nördlich Hachen; Anschliff)

B: Übergangsbereich Sandstein (unten) / Kalk. Dasberg-Stufe.
(Steinbruch südlich Hangenberg (P 11); Dünnschliff)

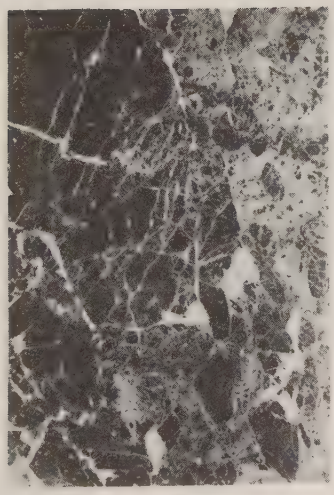
C: Kieselschieferbreccie
(nordöstlich Hövel (P 263); Dünnschliff)

D: Kieseliger Kalk mit Posidonia becheri
(Steinbruch bei Estinghausen)

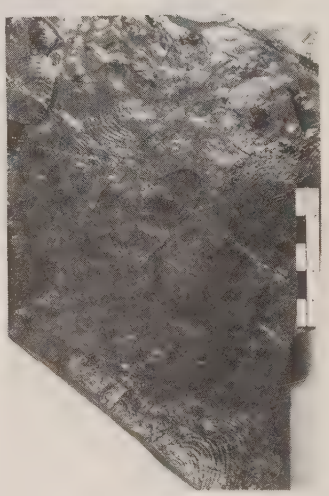


A 5 cm

B 5 mm



C 5 mm

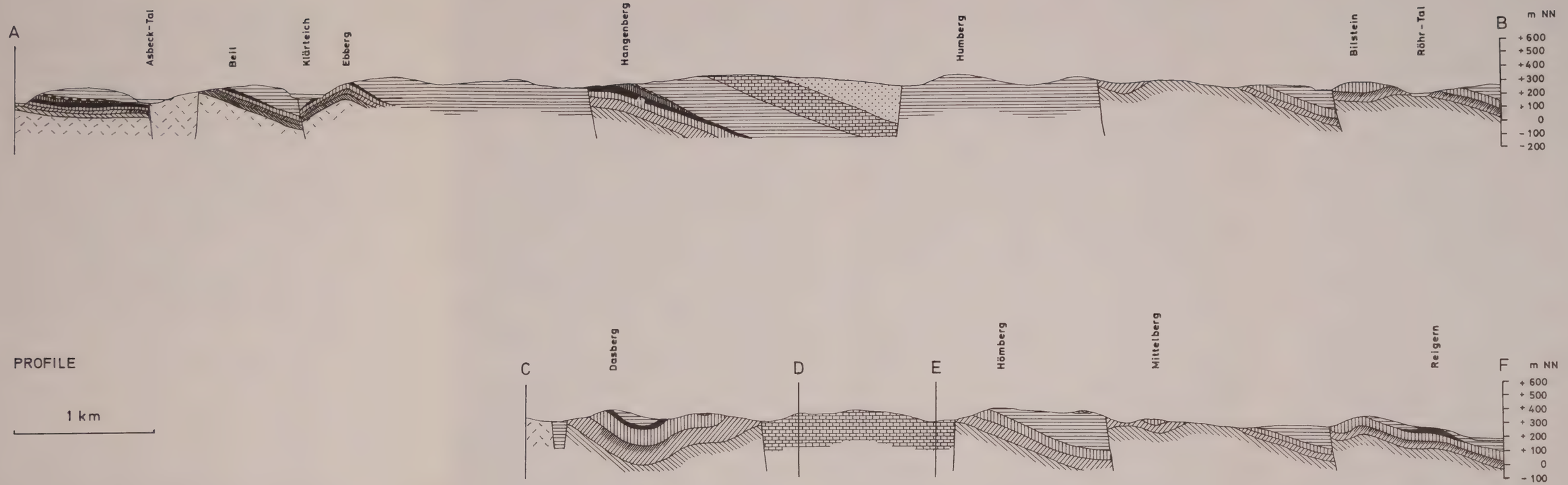


D

Legende

Talfüllungen
Verlehmungsdecke auf Oberkarbon
Oberkarbon (ungegliedert)
Kulm - Plattenkalk
Kieselschiefer und Kieselkalke
Hangenberg - Kalk
Hangenberg - Schiefer
Cephalopodenkalke
Tonschiefer / Kalke
Cephalopodenkalke
Bänderschiefer / Kalke
Flinzschichten
Massenkalk
Dasberg - und
Wocklum - Stufe
Hemberg - Stufe
Nehden - Stufe
Adorf - Stufe

19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
A
96
95
94
93
92
F
B
Ober-
röding-
hausen
Klärteich
Eisborn
Aink-
hausen
D
E
C
Hachen
Hövel
GEOLOGISCHE KARTE
1 km
4s 78


A
Asbeck-Tal
Bell
Klärteich
Ebberg
Hangenberg
Humberg
Bilstein
Röhr-Tal
B
m NN
+600
+500
+400
+300
+200
+100
0
-100
-200
C
Dasberg
D
E
Hömberg
Mittelberg
Reigern
F
m NN
+600
+500
+400
+300
+200
+100
0
-100

PROFILE

1 km

Lebenslauf

Am 23.11.1950 wurde ich in Niederrodenbach, jetzt Rodenbach, Kreis Hanau geboren. Meine Eltern sind der Industriemeister Heinrich Schäfer und seine Ehefrau Annemarie, geb. Kopp.

Die Grundschule besuchte ich von 1957 bis 1961 in Niederrodenbach und anschließend das Gymnasium in Hanau. Dort legte ich am 25.6.1969 die Reifeprüfung ab.
Im WS 1969/70 begann ich das Studium der Geologie und Paläontologie an der Philipps-Universität Marburg. Die Diplom-Vorprüfung bestand ich am 14.7.1971. Bis 1973 fertigte ich eine Diplomarbeit und Diplomkartierung unter Anleitung von Prof. Dr.W.Ziegler über eine Oberdevon/Unterkarbon-Schichtfolge bei Balve/Sauerland an. Die Diplom-Hauptprüfung für Geologen legte ich am 12.7.1973 ab, das Diplom erhielt ich nach Abschluß der Diplomarbeit am 30.11.1973.

1974 begann ich die Geländearbeiten für die vorliegende Dissertation als Schüler von Prof.Dr.W.Ziegler.

Seit März 1973 bin ich verheiratet, seit November 1977 habe ich einen Sohn.

Meine akademischen Lehrer waren:
ALLMANN, ANDERSON, CLEFFMANN, DEHNICKE, DIMROTH, DÖRR, FISCHER, FRICKE, HAHN, HELLNER, HUCKRIEDE, KESSEL, LINDSTRÖM, LOHSE, MARSAL, NULTSCH, PLODOWSKI, PFEIL, PRINZ, Wo.SCHMIDT, STUKE, WALCHER, WEHRMEYER, ZANKL, ZEDLITZ, ZIEGLER.